www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

5e JAARGANG NUMMER 12 DECEMBER 1940

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUCTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

REDACTIE: HET NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN

DE MENGLICHTLAMP

EN ANDERE KWIKLAMPEN MET VERBETERDE KLEURWEERGAVE

door E. L. J. MATTHEWS.

621.327.3 : 621.327.9

Gasontladingslampen hebben ten opzichte van gloeilampen het voordeel van een veel hooger rendement; hiertegenover staat echter voor bepaalde toepassingen het nadeel, dat de kleur van de verlichte voorwerpen in storende mate van die onder daglicht afwijkt. In dit artikel wordt nagegaan, op welke wijze dit bezwaar in het geval van hooge-druk-kwiklampen kan worden bestreden. Twee middelen komen in aanmerking: toepassen van fluoresceerende stoffen en mengen van kwiklicht met gloeilampenlicht. De eerste weg heeft geleid tot het ontwikkelen van kwiklampen met fluoresceerenden ballon, de tweede weg voerde tot het ontwerpen van menglichtarmaturen en tot de ontwikkeling van een menglichtlamp, welke gloeilamp en kwiklamp tot één systeem vereenigt. Met de vakjesmethode wordt nagegaan, in hoeverre de verkregen lichtbronnen het daglicht benaderen.

Bij het verschijnen van voor de practijk geschikte metaaldamplampen was het al aanstonds te verwachten, dat de sterk uitgesproken kleur van het licht dezer lampen en de daaruit voortvloeiende onnatuurlijke kleur der verlichte voorwerpen geen onbeperkte toepassing van deze lichtbronnen zou toelaten. Aangezien echter het buitengewoon hooge rendement het gebruik van deze lichtbronnen zeer aanlokkelijk maakte, heeft men naar middelen gezocht om de kleurweergave te verbeteren.

In een vroeger artikel in dit tijdschrift [1]) werd reeds besproken, op welke wijze met buisvormige luminescentielampen van lagen kwikdruk „wit" licht [2]) kan worden verkregen, dwz. een lichtsoort, die een behoorlijke kleurweergave mogelijk maakt. Wij willen ons hier bezig houden met de wijze, waarop bij de hoogedruk-kwiklampen hetzelfde vraagstuk tot een voor de practijk bevredigende oplossing werd gebracht.

Hiertoe werden uit de hooge-druk-kwiklamp eenige nieuwe lamptypen ontwikkeld, in het bijzonder de hooge-druk-kwiklamp met luminescerenden ballon (HPL) en de menglichtlamp (ML), welke laatste een gloeidraad en een kwikontladingsbuis in één ballon vereenigt. Alvorens op deze lampen in te gaan en op de wijze, waarop met behulp van deze lampen, al of niet gecombineerd met gloeilampen, wit licht kan worden verkregen, willen we echter eerst in het kort de eigenschappen van de hooge-druk-kwiklamp zelf bespreken.

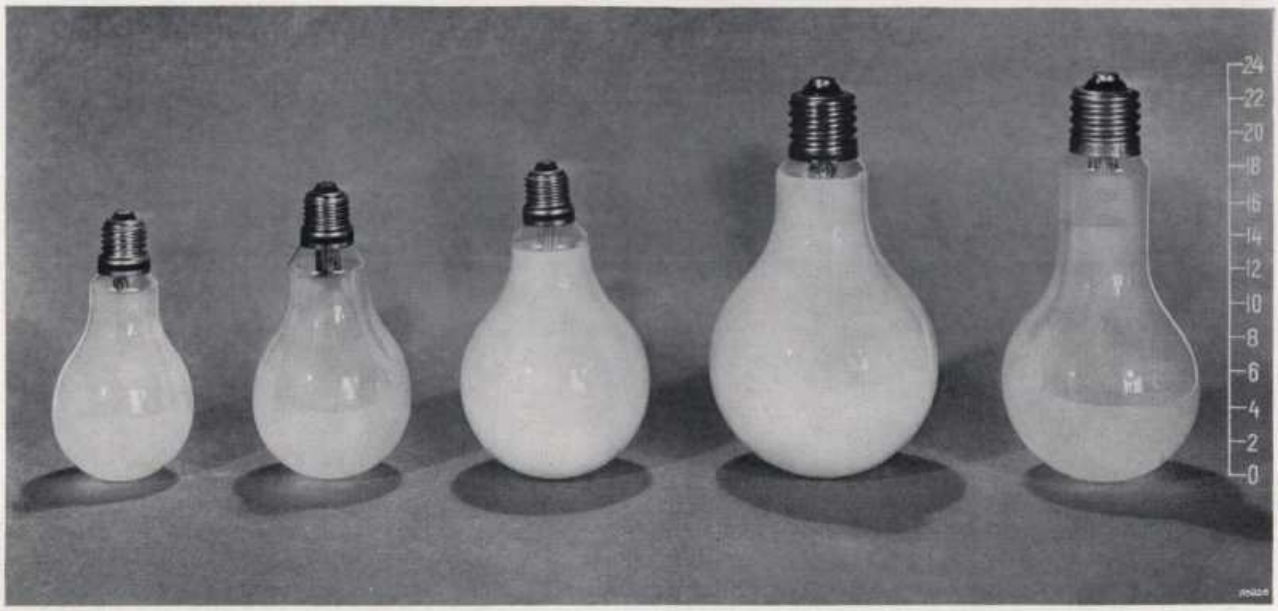
Hooge-druk-kwiklamp, type HP

In den eersten jaargang van dit tijdschrift [3]) werd de hooge-druk-kwiklamp HP 300 beschreven, welke zich van de vroeger gebruikelijke lage-druk-kwiklampen onderscheidde door haar hooger rendement, haar uitzonderlijk kleine afmetingen en haar klein electrisch vermogen (75 W), waardoor deze lamp ook voor binnenverlichting in aanmerking kwam. Voor hetzelfde vermogen en denzelfden lichtstroom (3000 lm) werd sedertdien een nieuw lamptype ontwikkeld, dat sinds enkele jaren in toenemende mate en in verschillende uitvoeringen toepassing vindt. Deze lamp onderscheidt zich van haar voorgangster hoofdzakelijk door haar lagere ontsteek- en brandspanning, waardoor voor 220 V-wisselstroomnetten de vroeger benoodigde spaarlektransformator kon worden vervangen door een smoorspoel, welke goedkooper is en bovendien minder electrische verliezen veroorzaakt. Voor het uiterlijk van de lamp bracht dit verder ook mede, dat, dank zij de lagere bedrijfsspanning, de speciale huls met pennen plaats kon maken voor een gewone Edison- of Swanhuls, hetgeen de practische toepassing van de nieuwe lamp in niet geringe mate

[1]) Philips techn. T. **4**, 353, 1939.
[2]) Philips techn. T. **2**, 1, 1937; **4**, 71, 1939.
[3]) Philips techn. T. **1**, 129, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



a *b* *c* *d* *e*

Fig. 1. De hooge-druk-kwiklampen HP 300, HP 500, HPL 300, HPL 500 en de menglichtlamp ML 500. De HPL-lampen hebben een ballon, die inwendig met een fluoresceerend materiaal is bedekt, de menglichtlamp ML 500 bevat behalve de kwikontladingsbuis een gloeidraad, die de helft van den totalen lichtstroom levert. Geheel rechts een schaal in cm. De eerste drie lampen hebben een Edisonhuls en worden daarnaast ook met Swanhuls uitgevoerd; de laatste twee lampen hebben een Goliathhuls.

vergemakkelijkte. De ballon is bij de normale uitvoering inwendig gematteerd. Verder is de huls voorzien van een groenen ring, als waarschuwing, dat de lamp niet in een willekeurigen lamphouder mag worden bevestigd, maar uitsluitend in een voor haar bestemden lamphouder, die geschakeld is in een stroomkring met een geschikte voorschakelapparatuur. Deze maatregel is van bijzonder belang, wanneer kwiklampen en gloeilampen tegelijkertijd worden gebruikt, zooals bijv. in de hierna te noemen zg. menglichtarmaturen. Het is in zulke gevallen aanbevelenswaardig om, indien mogelijk, kwiklampen en gloeilampen met verschillende huls te gebruiken.

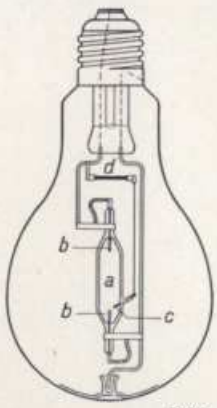


Fig. 2. De kwiklamp HP 300. Men ziet in het ontladingsbuisje *a* behalve de hoofdelectroden *b* een zijdelings aangebrachte hulpelectrode *c*, welke via een weerstand *d* met een van de hoofdelectroden is verbonden.

Naast deze nieuwe lamp, waarvoor de oude aanduiding HP 300 werd gehandhaafd, wordt een iets grooter type HP 500 van 120 W, 5000 lm vervaardigd. De werking van beide lampen komt vrijwel geheel overeen met die van de vroeger beschreven hooge-druk-kwiklamp; alleen wordt de ontsteekspanning thans verlaagd door een hulpelectrode, welke binnen de lamp zelf, via een stroombegrenzingsweerstand, met een der hoofdelectroden is verbonden.

Fig. 1a en *b* geeft een beeld van deze twee lamptypen, terwijl in *fig. 2* een doorsneeteekening van de kwiklamp HP 300 is weergegeven. In *tabel 1* zijn de voornaamste bedrijfsgegevens vermeld. De aanlooptijd, dwz. de tijd, dien de lamp noodig heeft om den normalen bedrijfstoestand te bereiken, bedraagt enkele minuten. Gedurende dien tijd nemen het op-

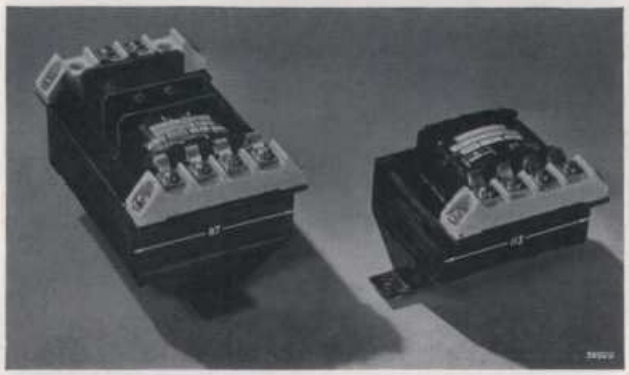
Tabel 1. Eigenschappen van HP-lampen.

	HP 300	HP 500
lichtstroom	3000 lm	5000 lm
vermogen (lamp alleen)	75 W	120 W
verliezen in smoorspoel (220 V-wisselstroomnetten)	8 W	12 W
idem met spaarlektransformator (115-125 V-wisselstroomnetten)	17 W	23 W
rendement met smoorspoel	36 lm/W	38 lm/W
idem met spaarlektransformator	32,5 lm/W	35 lm/W
aanlooptijd	4-5 min	4-5 min

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

genomen vermogen en de ontwikkelde lichtstroom geleidelijk toe. Na het uitschakelen moet de lamp eerst enkele minuten afkoelen, alvorens opnieuw te kunnen ontsteken. Deze eigenaardigheid beperkt het gebruik van deze lamp tot die toepassingen, waar herhaaldelijk en snel achter elkaar uit- en inschakelen niet voorkomt.



a *b*

Fig. 3. Voorschakelapparaten voor de kwiklamp HP 300: *a*) spaarlektransformator voor netten van 115-125 V, *b*) smoorspoel voor netten van 220 V. De overeenkomstige apparaten voor de kwiklamp HP 500 zijn 14 resp. 12 mm hooger. (113 mm is niet de breedte van de kern, maar de totale breedte van de smoorspoel met inbegrip van de pootjes.)

De voorschakelapparaten, met behulp waarvan de HP-lampen dienen te worden aangesloten, zijn in hun nieuwste uitvoering van zoodanig kleine afmetingen, dat het inbouwen in armaturen en dgl. geen moeilijkheden veroorzaakt. *Fig. 3* geeft een afbeelding van de smoorspoel (netten van 220 V) en van den spaarlektransformator (netten van 115-125 V) voor de kwiklamp HP 300. De overeenkomstige apparaten voor de kwiklamp HP 500 zijn ongeveer 1 cm hooger.

Het licht der HP-lampen bestaat in hoofdzaak uit de bekende gele, groene en blauw-violette kwiklijnen en een zeer zwakken continuen ondergrond (*fig. 4*). Het gebruik van deze lampen zonder eenige kleurcorrectie zal dan ook in den regel een sterke kleurverandering der verlichte voorwerpen teweegbrengen. Toch is er een uitgebreid en gevarieerd toepassingsgebied voor deze lampen ontstaan, deels ondanks de eigenaardige kleur van het licht, wanneer

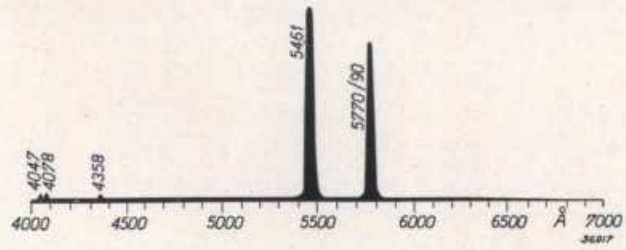


Fig. 4. Spectrale lichtverdeeling van de hooge-druk-kwiklampen HP 300 en HP 500.

het hooge rendement den doorslag geeft, deels juist op grond van die kleur of van andere eigenschappen van het licht, zooals onder meer de groote gezichtsscherpte, welke door kwikverlichting kan worden verkregen [4]). Zoo vinden HP-lampen ruime toepassing voor de openbare verlichting in de steden, of voor algemeene verlichting in de metaalindustrie, terwijl zij ook met buitengewoon goed gevolg worden gebruikt voor het verlichten van witte of gekleurde reclameborden en voor slagverlichting van grasvelden of boomgroepen, die dank zij het hooge gehalte van het kwiklicht aan groene straling daardoor een bijzonder levendig uiterlijk verkrijgen. Toepassingen, berustend op verbeterd kleurcontrast, vindt men bij de verlichting van kolenleesbanden, waar het kwiklicht het onderscheid tusschen kolen en steenen versterkt, of in de krasseerafdeeling van constructiewerkplaatsen en plaatwerkerijen, waar de met een koperen stift op het ijzer afgeteekende lijnen met een ongekende duidelijkheid te voorschijn treden. Ook oppervlaktegebreken in vertind blik, van vernikkelde of verchroomde voorwerpen, op geëmailleerde producten, op porcelein, op kunstdrukpapier, worden door het licht der HP-lampen beter waarneembaar dan onder gewoon wit licht. Het controleeren van spiegelglas, vóór dat dit in warmen toestand in de koelovens wordt gebracht, berust zoowel op kleurcontrast als op gezichtsscherpte. Tenslotte wijzen wij op de toepassing van HP-lampen in fotografische vergrootingskokers [5]).

Hooge-druk-kwiklamp met kleurcorrectie, type HPL

Op verschillende wijzen is in de voor gewone doeleinden onvoldoende kleurweergave der HP-lampen verbetering gebracht. Op de eerste plaats is het mogelijk den ballon van de HP-lamp inwendig met een laag fluoresceerend materiaal te bedekken. In deze fluoresceerende laag vindt de omzetting in licht plaats van de ultraviolette straling, welke in de kwikontlading wordt opgewekt en die anders door absorptie in het glas van den ballon verloren gaat. Het fluoresceerende materiaal, dat een continu spectrum oplevert, is zoodanig gekozen, dat bij de omzetting zooveel mogelijk rood licht ontstaat, dat van nature in de kwikontlading geheel ontbreekt. Hierdoor komt een zeer belangrijke kleurcorrectie tot stand. De lichtstroom blijft hierbij onveranderd: het fluorescentielicht compenseert nl. ongeveer het verlies, dat door absorptie van primair kwiklicht in de fluoresceerende laag optreedt. Ook in electrisch opzicht zijn de lampen met fluoresceerenden ballon, HPL 300 en HPL 500 (fig. 1*c* en *d*), volkomen gelijk

[4]) Philips techn. T. **1**, 215, 1936.
[5]) Philips techn. T. **3**, 92, 1938.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

aan de kwiklampen HP 300 resp. HP 500. De ballon van de HPL-lampen is iets grooter dan die van de HP-lampen gemaakt, daar hierdoor het rendement van de fluoresceerende laag beter wordt.

Hoewel zeer belangrijk, is de kleurcorrectie in de HPL-lampen toch nog niet van dien aard, dat deze lampen voor iedere voorkomende toepassing aanbevolen kunnen worden: zij leveren geen „wit" licht. Dit was ook nauwelijks te verwachten, aangezien de in de ontlading beschikbare hoeveelheid ultraviolette straling, zelfs met optimaal omzettingsrendement, onvoldoende is om een volledige kleurcorrectie te bereiken. De HPL-lampen zijn niettemin geschikt voor alle gevallen, waar het niet noodzakelijk is, de fijnere kleurnuances met zekerheid te kunnen vaststellen. Zij komen dus bijv. in aanmerking voor straatverlichting benevens voor fabrieken, werkplaatsen, garages, opslagplaatsen, enz. Ook voor het fotografeeren op extra-roodgevoelig panchromatisch materiaal is de HPL-lamp goed te gebruiken en levert zij zelfs een buitengewoon zuivere weergave der kleurverhoudingen [6]).

Menglicht van kwik- en gloeilampen

Voor gevallen, waarin de HPL-lamp het coloriet onvoldoende tot zijn recht doet komen, kan men het kwiklicht mengen met gloeilampenlicht. Voor dit doel zijn speciale armaturen, voor binnenverichting (*fig. 5*) zoowel als voor gebruik in de open

Fig. 5. Menglichtarmatuur: Geëmailleerde reflector voor werkplaatsverlichting, bevattende drie gloeilampen en één kwiklamp.

lucht, gemaakt. In het aldus verkregen menglicht dient de overmaat van roode stralen van de gloeilampen tot aanvulling van het overeenkomstige tekort in het licht van de kwiklamp. Door een goed gekozen bouw van de gebruikte armaturen en een juiste onderlinge opstelling van de verschillende lampen kan een behoorlijke menging der beide lichtsoorten worden verkregen, zonder dat gekleurde schaduwen ontstaan. Een bijkomstig voordeel van dit menglicht is, dat bij het inschakelen al dadelijk een belangrijk gedeelte van den normalen lichtstroom, voor zoover deze nl. door gloeilampen wordt opgewekt, wordt verkregen. Ook bij opnieuw inschakelen behoeft niet op het afkoelen van de kwiklamp te worden gewacht, aangezien de gloeilampen te allen tijde bedrijfsklaar zijn. Teneinde een betere menging van de beide lichtsoorten te verkrijgen, is het noodzakelijk de totale per kwiklamp benoodigde hoeveelheid gloeilampenlicht over een aantal kleinere lampen te verdeelen. De mengverhouding kan aan de behoefte van ieder geval worden aangepast. Wanneer geen bijzondere eischen worden gesteld, zal een mengverhouding 1 : 1 voldoening schenken, dwz. een mengsel, bestaande uit gelijke hoeveelheden van elke lichtsoort. Practisch is dit bijv. te bereiken met één HP 300 of HP 500 en één of meer gloeilampen met een totaal verbruik van 200 W, resp. 300 W. Worden hoogere eischen aan de kleurweergave gesteld, dan zal het gehalte aan gloeilampenlicht veelal dienen te worden verhoogd. Omgekeerd kan men het percentage gloeilampenlicht verlagen, wanneer niet de kleurweergave een primair vereischte is, maar bijv. de gezichtsscherpte, of wanneer de te bekijken voorwerpen voornamelijk wit zijn. Wanneer men het violette licht van de kwiklamp, dat vooral blauwe voorwerpen een ongewoon aanzien geeft, wenscht te onderdrukken, verdient het aanbeveling, de HP-lamp door een HPL-lamp te vervangen of een geschikt geelgroen filter om de kwiklamp aan te brengen. Dit glas behoeft slechts zoo weinig licht te absorbeeren, dat het totale rendement van de lamp er nauwelijks door wordt beïnvloed. Dit is mede een gevolg van het feit, dat de in het kwiklicht aanwezige violette straling minder dan 1% van den lichtstroom uitmaakt.

Bij het gebruik van menglicht zal het totale rendement der gecombineerde lichtbronnen noodzakelijkerwijze lager dan dat van de kwiklampen zijn. Toch is het steeds hooger dan dat van gloeilampen alleen en het steekt bijzonder gunstig af tegen het rendement der vroeger voor een juiste kleurweergave practisch uitsluitend in aanmerking komende zg. zonlichtlampen, dat zijn gloeilampen in een ballon van blauw glas. Deze leveren weliswaar goede resultaten, maar ten koste van een zeer laag rendement en dientengevolge een in sommige gevallen hinderlijke temperatuurstijging van de omgeving.

Het zou bezwaarlijk zijn, een volledige opsom-

[6]) Philips techn. T. 4, 28, 1939.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

ming te geven van alle gevallen, waarin het kwikmenglicht met succes kan worden toegepast. Er moge daarom, bij wijze van aanduiding, worden volstaan met het vermelden in *tabel 2* van enkele karakteristieke gevallen, met de daarop betrekking hebbende voornaamste practijkgegevens, welke naar smaak en omstandigheden nog voor variatie vatbaar zijn.

Tabel 2. Menglicht van kwik- en gloeilampen.

toepassing	mengverhouding $\frac{\text{lumen kwiklicht}}{\text{lumen gloeil.l.}}$	opmerkingen
etalages		
bloemen	1/2	voor zachte tinten en groen: kwiklamp HPL
stoffen	1/2	bij voorkeur met geel-groen filter
goud	1/1	
zilver	2/1	
galanterieën	2/1	soms met geel-groen filter
rijwielen, gereedschappen, haarden, kachels	1/1	
binnenverlichting		
algemeen	1/1 - 1/1,5	zoo noodig indirect
teekenzalen	1/1 - 1/1,5	indirect
kantoren	1/1 - 1/1,5	
tentoonstellingshallen	1/1 - 1/1,5	
drukkerijen:		
handzetterij	3/1	
rotatiepersen	1/1	
kleurendruk	1/2	indirect, kwiklamp HPL
offset	1/1,5	
binderij	2/1	
winkels (stoffen)	1/2	
buitenverlichting (straten)	2/1 - 1/1	

Menglichtlamp, type ML

In een aantal gevallen kan de toepassing van menglicht belangrijk worden vereenvoudigd door het gebruik der nieuwe menglichtlamp ML 500. Deze lamp, die zich behalve door de inwendige matteering van den ballon naar het uiterlijk in niets van een normale 300 W-gloeilamp onderscheidt (fig. 1*e*), vereenigt in zich een kwikontladingsbuisje en een gloeidraad, welke beide elementen in serie zijn geschakeld en in een ballon, gevuld met het voor gloeilampen gebruikelijk argon-stikstofmengsel, zijn ondergebracht. De gloeidraad, die de helft van den totalen lichtstroom van de lamp levert, doet tevens dienst als stabilisator van de ontlading, zoodat het anders noodzakelijke afzonderlijke voorschakelapparaat komt te vervallen.

Daar zoowel de gloeidraad als de kwikontlading in de menglichtlamp onder omstandigheden werken, welke van de gebruikelijke afwijken, moge hierbij in het kort worden stilgestaan. Bij het ontsteken van de kwikontlading heeft deze aanvankelijk een boogspanning van ca 15 V, zoodat de gloeidraad het geheele verschil tusschen deze spanning en de netspanning moet opnemen. Tijdens het normale bedrijf daarentegen is de door den gloeidraad op te nemen spanning belangrijk lager. De gloeidraad wordt dus in de aanloopperiode van de lamp sterk overbelast, en wel zoodanig, dat hij in de eerste minuut na het inschakelen van de lamp ongeveer even sterk verdampt als tijdens een uur van normaal bedrijf. Deze periodieke overbelasting van den gloeidraad bij het aanloopen van de ontlading brengt met zich mede, dat de levensduur van de menglichtlamp in sterkere mate, dan bij de meeste andere lichtbronnen het geval is, van het aantal schakelingen, of wel van den gemiddelden bedrijfsduur na iedere inschakeling afhankelijk is. Verder moet worden opgemerkt, dat de altijd aanwezige fluctuaties in de netspanning in haar geheel op den gloeidraad worden overgebracht, aangezien de boogspanning van de kwikontladingsbuis in normaal bedrijf constant is. Gevolg hiervan is, dat de procentueele spanningsvariaties voor den gloeidraad, die slechts een gedeelte van de netspanning opneemt, belangrijk hooger zullen zijn dan die voor de geheele lamp. In verband hiermede is het beslist noodzakelijk, dat de menglichtlamp op de juiste netspanning wordt aangesloten.

Wat de kwikontladingsbuis betreft, deze werkt hier in serie met den ohmschen weerstand van den gloeidraad in plaats van met den inductieven weerstand van een smoorspoel. Hierdoor komt het naijlen van den stroom te vervallen, dat een gevolg is van den inductieven weerstand in serie met de lamp, en het resultaat is een vergrooting van de „herontsteekspanning" in de volgende halve periode. Loopt de stroom nl. in fase achter bij de spanning, dan is op het tijdstip, waarop de stroom van de positieve in de negatieve richting overgaat, reeds een aanzienlijke negatieve spanning aanwezig, zoodat de lamp onmiddellijk kan herontsteken. Hebben stroom en spanning echter dezelfde fase, dan is op het moment, waarop de stroomrichting wisselt, de spanning gelijk nul en het duurt een onderdeel van de volgende halve periode, voordat de spanning de ontsteekwaarde heeft bereikt. In dezen korten tijd loopt echter de ionisatie in de buis terug, zoodat de ontsteekspanning oploopt.

Zoowel de gloeidraad als de gasontladingsbuis werken dus onder minder gunstige condities dan

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

wanneer ze afzonderlijk aan het net waren geschakeld, en het resultaat is dan ook, dat het rendement van de menglichtlamp iets kleiner is dan dat van een overeenkomstige combinatie van gloeilampen en kwiklampen. Ten opzichte van menglicht, verkregen uit een combinatie van een kwiklamp en één of meer gloeilampen, biedt echter de menglichtlamp het voordeel, dat geen voorschakelapparaat meer noodig is. Voorts is van belang, dat de menglichtlamp onmiddellijk na het inschakelen met volle lichtsterkte brandt, daar de overbelaste gloeidraad op het moment van inschakelen zelfs iets meer licht levert dan gloeidraad en kwikontlading samen in den normalen bedrijfstoestand. Een derde voordeel van de menglichtlamp is, dat de aanlooptijd van de kwikdampontlading, welke bij de HP-lampen ongeveer 5 minuten bedraagt, tot ongeveer 1 minuut kon worden bekort, door de warmteontwikkeling van den gloeidraad sterk te laten bijdragen tot de verdamping van het kwik.

Evenals de andere normale metaaldampontladingslampen, is de menglichtlamp voor wisselstroombedrijf bestemd. De levensduur is berekend op gemiddeld 2000 uur, waarbij is aangenomen, dat de gemiddelde brandtijd na elke inschakeling ongeveer drie uur bedraagt. De lamp verdraagt zonder bezwaar netspanningsfluctuaties van $\pm 5\%$, terwijl de netspanning op 170 V mag dalen, zonder dat de lamp uitgaat.

De onderlinge opstelling van ontladingsbuisje en gloeidraad, zooals die in *fig. 6* is afgebeeld, verzekert een zeer goede menging van het licht, zoodat de lamp een volkomen gelijkmatig uiterlijk vertoont.

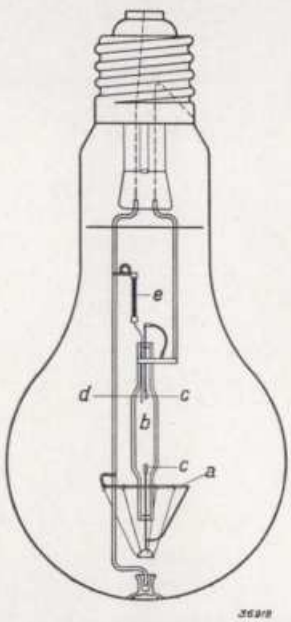


Fig. 6. Bouw van de menglichtlamp ML 500. *a* gloeidraad in argon-stikstofmengsel, *b* kwikontladingsbuisje, *c* hoofdelectroden, *d* hulpelectrode, *e* stroombegrenzingsweerstand.

De voornaamste bedrijfsgegevens van de lamp zijn in *tabel 3* opgesomd.

De menglichtlamp ML 500 is nog te nieuw om het voor haar in aanmerking komende toepassingsgebied geheel te hebben kunnen veroveren. Aangenomen mag evenwel worden, dat zij eerlang haar weg zal vinden in de openbare verlichting, terwijl zij voorts in aanmerking komt voor fabrieken, kantoren, warenhuizen, winkels, ziekenhuizen, kerken, scholen, schouwburgen, zalen en vele andere groote overdekte ruimten, waar voor de verlichting grootere lampeenheden gewenscht zijn.

Tabel 3. Eigenschappen van de menglichtlamp ML 500.

	kwikontlading	gloeidraad	totaal
lichtstroom	2500 lm	2500 lm	5000 lm
vermogen	65 W	185 W	250 W
spanning	78 V	156 V	220 V
stroomsterkte	1,19 A		
aanlooptijd	1 min		
afkoeltijd *)	1-2 min		

*) Binnen dit tijdsinterval na het uitschakelen is het niet mogelijk, de lamp opnieuw te ontsteken. De afkoeltijd hangt af van de omstandigheden, waarin de lamp zich bevindt.

Spectrale gegevens van de verschillende lichtsoorten

Naast de methode om door probeeren in de practijk de meest geschikte samenstelling te bepalen van het licht, waarmede men een gegeven verlichting wil uitvoeren, staat de zg. vakjesmethode [7]). Volgens deze methode wordt het geheele zichtbare spectrum verdeeld in 8 aan elkaar grenzende gebieden (zie *tabel 4*). Ten aanzien van de kleur van het licht kunnen verschillende lampen dan vak voor vak met elkaar worden vergeleken. Twee lichtbronnen zullen een practisch gelijk coloriet opleveren, indien de lichtstroomen in overeenkomstige vakken twee aan twee gelijk zijn, resp. in een vaste verhouding tot elkaar staan, ongeacht de werkelijke spectrale verdeeling binnen de vakken zelf. Het oog is echter niet voldoende critisch om afwijkingen van de zoo gedefinieerde kleurgelijkheid kleiner dan 10 tot 25% waar te nemen, of althans als storend te ondervinden. Soms kan een afwijking in een bepaald vakje een afwijking in tegengestelden zin in het naastgelegen vakje min of meer compenseeren, vooral wanneer het kleurverschil tusschen zulke vakjes niet al te groot is. Daarentegen zal de juist genoemde tolerantie te ruim blijken te zijn, wanneer twee naburige vakjes gelijkgerichte afwijkingen vertoonen.

[7]) Zie de in noot [2]) aangehaalde artikelen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Tabel 4.

Lichtstroom van verschillende witte lichtbronnen in bepaalde vakjes van het spectrum; waarden voor daglicht = 1 gesteld.

Vakjes (grenzen in Å)	4000	1	4200	2	4400	3	4600	4	5100	5	5600	6	6100	7	6600	8	7200
gemiddeld daglicht		1		1		1		1		1		1		1		1	
zonlicht		0,64		0,69		0,70		0,83		0,96		1,06		1,16		1,30	
gloeilamp („Bi-Arlita")		0,19		0,20		0,25		0,48		0,80		1,17		1,79		2,60	
„Zonlichtlamp"		0,35		0,36		0,44		0,68		0,97		1,09		1,18		1,40	
HP-lamp		0,68		3,19		0,10		0,08		1,26		1,26		0,07		0,09	
Idem met geel-groen filter		0,37		2,34		0,06		0,08		1,37		1,14		0,10		0,09	
HPL-lamp		0,29		0,88		0,16		0,14		1,14		1,31		0,41		0,41	
HP-menglicht 2 : 1		0,52		2,19		0,15		0,21		1,11		1,23		0,65		0,91	
Idem 1 : 1 *)		0,44		1,69		0,17		0,28		1,03		1,22		0,93		1,33	
Idem 1 : 2		0,36		1,24		0,20		0,39		0,95		1,20		1,21		1,74	
HPL-menglicht 1 : 2		0,24		0,42		0,19		0,37		0,91		1,21		1,33		1,86	
HP-menglicht 1 : 2 met geel-groen filter om de kwiklamp		0,26		0,92		0,19		0,35		0,99		1,16		1,22		1,74	

*) menglichtlamp ML 500

De in tabel 4 genoemde lichtsoorten zijn alle vergeleken met het gemiddelde daglicht, dat in ieder vakje gelijk aan 1 is gesteld. Om het gemiddelde daglicht zooveel mogelijk te benaderen zal een bepaalde lichtsoort dus in alle vakjes moeten worden weergegeven door een cijfer, dat zoo weinig mogelijk van 1 afwijkt. Op het eerste gezicht ziet de tabel er als geheel weinig hoopgevend uit. Toch leert een vergelijking met algemeen bekende lichtsoorten (direct zonlicht of gloeilampenlicht), hoe ver van de gestelde eisch kan worden afgeweken, zonder dat daarvan een in kleur onnatuurlijke of onaangename verlichting het gevolg is. Dit geldt althans, zoolang het spectrum geen groote onevenwichtigheden vertoont. In een overigens mooi gelijkmatig spectrum kan bijv. één sterkere spectraallijn, vooral wanneer deze tot de blauw-violette kant van het spectrum behoort, het betreffende licht volkomen ongeschikt maken.

Het spectrum van de HP-lamp, dat in wezen uit lijnen bestaat (fig. 4), vertoont een zeer onregelmatig verloop. Van eenige overeenkomst met het gemiddelde daglicht kan dan ook geen sprake zijn. Bij de HPL-lamp is deze onregelmatigheid reeds sterk verzwakt, de overmaat aan blauw-violet is weggenomen, maar het rood is nog niet voldoende versterkt. De HP-lamp met geel-groen filter ligt, wat deze kleuren betreft, die voor iedere kwiklamp juist de grootste moeilijkheid opleveren, tusschen de beide voorgaande in.

De verschillende soorten menglicht vormen blijkens de tabel even zoovele compromissen tusschen een optimale rood-weergave en een zoo goed mogelijke blauw-weergave. Naarmate het gloeilampenlicht in het HP-menglicht een grooter aandeel krijgt, ziet men de nadruk van het blauw naar het rood verschuiven. Het HPL-menglicht in de aangegeven verhouding blijkt een betrekkelijk gelijkmatig over de eerste drie vakjes verdeelde blauwe straling te bezitten, die echter naar verhouding te zwak is, zoodat de weergave van het blauw iets flets lijkt, terwijl het rood nogal versterkt en verlevendigd wordt. Het HP-menglicht met kwiklamp met geel-groen filter valt vooral door zijn zeer goede blauw-weergave op, waarbij het rood ongeveer blijft als bij het gewone HP-menglicht zonder filter in dezelfde verhouding.

Dit alles stemt volkomen met de ervaring in de practijk overeen, waar al naar gelang van de behoeften van ieder afzonderlijk geval, dank zij de soepelheid van het menglicht, nu eens de nadruk op het roode einde van het spectrum, dan eens meer op het blauwe einde kan worden gelegd, zoodat een heele reeks varianten met betrekking tot de samenstelling is ontstaan. Vast staat daarom, dat met behulp van het menglicht, indien dit oordeelkundig wordt toegepast, zoowel wat het gekozen verlichtingssysteem als wat de mengverhouding betreft, meer bevredigende resultaten kunnen worden bereikt dan met gloeilampen alleen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

EEN ELECTRISCHE DRUKINDICATEUR VOOR VERBRANDINGSMOTOREN

door P. J. HAGENDOORN en M. F. REYNST.

531.787.9 : 621.43

Om aan de hooge eischen te kunnen voldoen, die bij de drukindicatie van moderne verbrandingsmotoren aan het indiceerend instrument worden gesteld, werd hiervoor een electrisch meetapparaat (drukindicateur, type GM 3154) ontwikkeld, dat met een kathodestraalbuis werkt. In de cylinderwand wordt een membraan aangebracht, dat tezamen met een tegenelectrode een condensator vormt. Deze is in een brugschakeling opgenomen, die met een hoogfrequente spanning wordt gevoed. Wanneer de capaciteit van de membraancondensator tengevolge van het doorbuigen van het membraan varieert, wordt de van de brug afgenomen hoogfrequente spanning met deze variaties, die een beeld vormen van de drukwisselingen, gemoduleerd. Na versterking en gelijkrichting wordt hieruit de afbuigspanning voor de verticaal afbuigende platen van de kathodestraalbuis verkregen. De horizontale afbuiging kan zoowel evenredig met de tijd worden gemaakt als evenredig met de verplaatsing van de zuiger. De uitvoering van dit principe wordt in dit artikel behandeld, waarbij op de belangrijkste details nader wordt ingegaan.

Het klassieke hulpmiddel om de werking van stoommachines en verbrandingsmotoren te controleeren is de mechanische indicateur, die de druk in de cylinder opteekent als functie van de plaats van de zuiger. Op deze wijze wordt een druk-volume-diagram verkregen (*fig. 1*), waaruit conclusies kunnen worden getrokken omtrent de verschillende zich in de cylinder afspelende processen en waaruit door planimetreeren rechtstreeks de per omwenteling van de krukas door het verbrandende gas verrichte arbeid (het „geïndiceerde vermogen") kan worden bepaald.

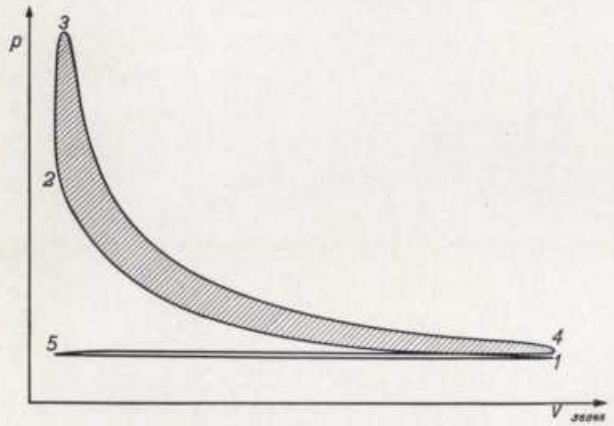


Fig. 1. Normale gedaante van het druk-volume-diagram van een viertact-verbrandingsmotor. Bij de beweging van de zuiger van *1* tot *2* vindt de compressie van de lucht in de cylinder plaats, bij *2* wordt de brandstof (olie) ingespoten, even later ontbrandt het mengsel en de druk stijgt snel tot de topwaarde bij *3*. Van *3* tot *4* expandeert het gas. Bij de volgende zuigerslag wordt het verbrande gas uitgestooten (*4* tot *5*) en versche lucht ingezogen (*5* tot *1*), waarna het proces weer begint. Het gearceerde vlak geeft de gedurende twee omwentelingen van de krukas door de cylinder geleverde arbeid.

De nieuwe motorenconstructies der laatste 10 of 20 jaren, die met hoogere toerentallen (bij vliegtuigmotoren tot 6000 omw/min) en grootere belasting van het materiaal werken dan vroeger gebruikelijk was, maken eenerzijds een indicatie der optredende drukken in nog hoogere mate noodzakelijk, anderzijds stellen zij zwaardere eischen aan het indiceerend instrument. Dit moet immers geschikt zijn voor de vermelde hoogere toerentallen, voorts zal vaak niet met een enkel diagram kunnen worden volstaan maar zal een doorloopende indicatie tijdens het bedrijf gewenscht zijn, terwijl het tevens meer dan vroeger op fijne details van het diagram zal aankomen, zooals bijv. het oogenblik van inspuiten van de brandstof en het verloop van de ontbranding van het gasmengsel.

Zooals reeds meermalen in dit tijdschrift werd betoogd, bieden bij het onderzoek van dergelijke mechanische verschijnselen, waarbij hoogere frequenties in het geding komen, de electrische meetmethoden groote voordeelen boven de mechanische, aangezien de kathodestraalbuis, die daarbij als indicatie-instrument kan worden gebruikt, practisch vrij is van traagheid. Hiermee kan ook gemakkelijk een doorloopende indicatie worden verkregen, terwijl men tevens de aanwijzing op een centraal punt kan doen geschieden, waar verschillende verschijnselen — bijv. het drukverloop in meerdere cylinders — kunnen worden gecontroleerd.

Een indicatie van de druk met behulp van de kathodestraalbuis kan als volgt worden verkregen: De drukvariaties in de verbrandingsruimte worden door middel van een hierop aangesloten drukopnemer, die in zijn functie kan worden vergeleken met een microfoon, omgezet in electrische spanningsvariaties. Deze worden versterkt en toegevoerd aan het verticaal afbuigende platenstel van een kathodestraalbuis. Tevens wordt aan de horizontaal afbuigende platen een spanning gelegd, die evenredig met de verplaatsing van de zuiger varieert. Op het fluorescentiescherm van de buis verschijnt dan het reeds genoemde druk-volume-diagram. Laat men de horizontale afbuigspanning, zooals

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

bij het oscillografeeren meer gebruikelijk is, evenredig met de tijd veranderen, dan krijgt men een druk-tijd-diagram, dat soms eveneens nuttig kan zijn.

De problemen, die zich bij de verwezenlijking van deze gedachte voordoen, en de oplossingen, die in de door Philips ontwikkelde drukindicateur (type GM 3154) hiervoor zijn gevonden, zullen we in dit artikel bespreken.

Principe van de opstelling

De drukopnemer

In de drukopnemer wordt door de drukvariatie in de eerste plaats een elastische deformatie van een of ander lichaam veroorzaakt. Deze deformatie kan, analoog als bij de verschillende gebruikelijke soorten microfoons [1]), op verschillende wijzen een electrische spanningsvariatie tengevolge hebben, nl.: door het piëzo-electrisch effect (kristalmicrofoon), door een weerstandsverandering (koolmicrofoon), door een capaciteitsverandering (condensatormicrofoon), of langs electrodynamische of electromagnetische weg (bijv. bandmicrofoon). Wil men bereiken, dat het verband tusschen spanning en drukverandering over een breed frequentiegebied onafhankelijk is van de frequentie, dan komen, zooals in het aangehaalde artikel [1]) is uiteengezet, hier alleen de eerste drie methoden in aanmerking, waarbij nog aan de voorwaarde moet zijn voldaan, dat de (laagste) eigen frequentie van het lichaam, waarop de veranderlijke druk werkt, voldoende ver boven het interesseerende frequentiegebied ligt. Rekent men met een hoogste toerental van 9000 omw/min (dit is bij proefconstructies van motoren inderdaad al eens toegepast), dan is de grondfrequentie van het op te nemen diagram (bij een tweetact-motor) 150 per/sec; om alle details van het diagram, zooals de steilste drukpieken, detonatietrillingen, enz. goed weer te geven, moet bijv. de 20ste harmonische nog geen merkbare verandering van amplitude en fase ondervinden. Hiervoor is het gewenscht [2]), dat de resonantiefrequentie van de opnemer het liefst minstens 8 maal zoo hoog ligt, dus bij ca 25 000 per/sec.

Om bij een dergelijke hooge eigen frequentie nog een behoorlijke gevoeligheid te verkrijgen, is het van belang, voor de drukopnemer een trillend systeem met zoo klein mogelijke massa te gebruiken. In dit opzicht is de condensatormicrofoon bijzonder geschikt: de trillende massa bestaat hier slechts uit een dun membraan, dat door de drukvariaties meer of minder wordt doorgebogen. Tezamen met een vaste, plaatvormige tegenelectrode vormt het membraan een condensator, waarvan de capaciteit met de doorbuiging varieert. Volgens dit principe is ook de drukopnemer van de Philips indicateur gebouwd. *Fig. 2* toont schematisch, hoe de membraancondensator in de wand van de motorcylinder kan worden aangebracht. Terwille van een eenvoudige bevestiging wordt het membraan geaard en de tegenelectrode geïsoleerd opgesteld.

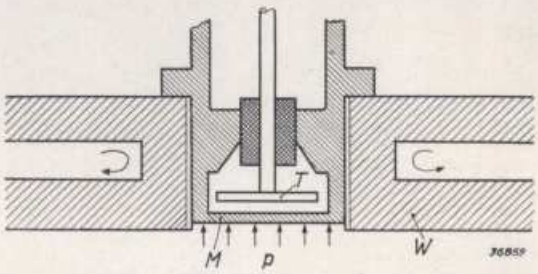


Fig. 2. Het membraan M, dat in de cylinderwand W is aangebracht en dat door de druk p in de cylinder meer of minder wordt doorgebogen, vormt tezamen met de tegenelectrode T een condensator van variabele capaciteit.

Het omzetten der capaciteitsvariaties in spanningsvariaties

Bij de condensatormicrofoon wordt de membraancondensator, die door een gelijkstroombron geladen wordt, rechtstreeks in de roosterkring van een versterkerbuis opgenomen. Bij constant gehouden lading hebben dan capaciteitsveranderingen variaties van de roosterspanning tengevolge, die daarna verder worden versterkt. Voor de drukopnemer komt deze schakeling echter, hoe eenvoudig zij in principe ook is, niet in aanmerking. Hierbij is het nl. gewenscht om ook onveranderlijke drukken te kunnen meten (met name is dit van belang voor de ijking), zoodat men voor de noodzaak zou komen te staan om een gelijkstroomversterker te gebruiken. In velerlei opzicht is het werken hiermee minder aangenaam. Bovendien zouden zeer zware, nauwelijks te vervullen, eischen gesteld worden aan de isolatie van de verbinding tusschen de condensator en het rooster der eerste versterkerbuis. Om deze moeilijkheden uit de weg te gaan is bij de Philips drukindicateur een geheel ander principe toegepast. De membraancondensator is opgenomen in een brugschakeling, waaraan een hoogfrequente wisselspanning wordt toegevoerd, zie *fig. 3*. Wanneer de brug in evenwicht is, heerscht tusschen de hoekpunten *c-d* geen spanning. Wordt het evenwicht door een capaciteitsvariatie ΔC van de membraancondensator verstoord, dan treedt tusschen *c-d*

[1]) J. de Boer, Microfoons, Philips techn. T. **5**, 150, 1940.
[2]) Zie bijv. K. J. de Juhasz en J. Geiger, Der Indikator, uitg. Springer, Berlijn 1938, pag. 240.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

een hoogfrequente wisselspanning op, waarvan de amplitude bij niet te groote variaties evenredig is met ΔC. Men verkrijgt op deze wijze een hoogfrequente spanning (draaggolf), die gemoduleerd

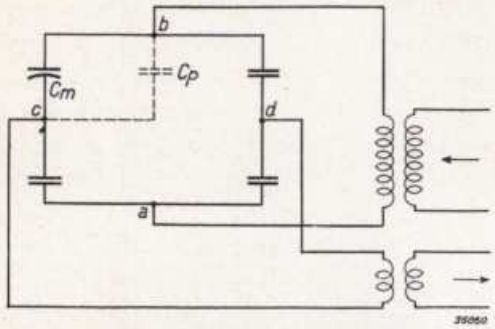


Fig. 3. De membraancondensator C_m is opgenomen in een brugschakeling. Bij *a-b* wordt hieraan (via een kabel en aanpassingstransformator) een hoogfrequente wisselspanning toegevoerd. Is de brug in evenwicht voor een bepaalde waarde van C_m, dan zal bij een variatie ΔC hiervan aan de punten *c-d* een hoogfrequente spanning optreden met een amplitude, die bij benadering evenredig is met ΔC. Deze „gemoduleerde draaggolf" wordt door een kabel met aanpassingstransformator afgenomen.

is met de op te nemen drukveranderingen. Hieruit wordt na versterking en gelijkrichting de gewenschte afbuigspanning voor de verticale deflectie van de kathodestraal verkregen.

In *fig. 4* is in groote trekken de schakeling van het geheel weergegeven. De oscillator voor het opwekken van de draaggolf is met de versterker, de kathodestraalbuis en eenige hulpinrichtingen samen in een kast gebouwd, de brugschakeling daarentegen is om nog nader te bespreken reden in de onmiddellijke nabijheid van de membraancondensator ondergebracht. De hoogfrequente spanning wordt aan de brug toegevoerd, resp. van haar afgenomen met een kabel, die men, om de noodige vrijheid te hebben in de opstelling van het indicerend toestel, een lengte van bijv. 10 m, in sommige gevallen ook van 50 m, kan geven. Als

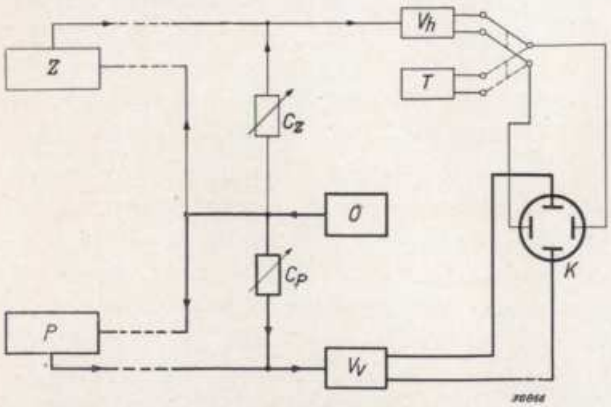


Fig. 4. Overzicht van de geheele schakeling. *O* oscillator, *P* drukopnemer, V_v versterker voor de verticale afbuigspanning, *K* kathodestraalbuis, *Z* zuigerslagopnemer, *T* tijdasgenerator, V_h versterker voor de horizontale afbuigspanning. C_p en C_z compensatie-inrichtingen, die hieronder worden besproken.

draaggolffrequentie is gekozen 450 kper/sec. Deze waarde is voldoende laag, dat de demping van de draaggolf in de kabel verwaarloosbaar klein kan worden gemaakt, en voldoende hoog, dat het construeeren van een versterker met de gewenschte bandbreedte (nl. tweemaal de maximale modulatiefrequentie van de draaggolf, d.i. de hoogste in het oscillogram optredende frequentie) nog geenerlei moeilijkheden biedt.

Tijdbasis en zuigerslagbasis

In het toestel is een soortgelijke tijdasgenerator opgenomen als die, welke wordt gebruikt in de onlangs in dit tijdschrift beschreven kathodestraaloscillograaf [3]). Met de door deze generator geleverde zaagtandvormige spanning kan men de kathodestraal de noodige horizontale afbuiging geven om een druk-tijd-diagram op te teekenen. Voor het schrijven van een druk-volume-diagram echter moet de horizontale uitwijking van de fluorescentievlek op elk oogenblik evenredig zijn met de verschuiving van de zuiger ten opzichte van zijn stand in het „doode punt" nabij de top van de cylinder. De afbuigspanning, welke hiervoor noodig is, wordt verkregen door een „zuigerslag-indicateur", die als volgt werkt. Aan de krukas van de motor wordt een draaibare metalen cylinder gekoppeld van de in *fig. 5* weergegeven vorm. Tezamen met een vast

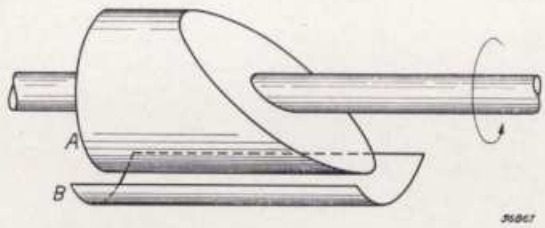


Fig. 5. Principe van de zuigerslagopnemer. De op bepaalde wijze afgesneden, met de krukas gekoppelde, cylinder *A* vormt tezamen met de vaststaande tegenelectrode *B* een condensator, waarvan de capaciteit bij het draaien van *A* evenredig met de verplaatsing van de zuiger in de motorcylinder varieert.

opgestelde plaat vormt deze cylinder een condensator, welks capaciteit bij het draaien periodiek varieert. Door geschikte vormgeving van de cylinder wordt bereikt, dat de capaciteit van de cylindercondensator op ieder oogenblik evenredig is met de verplaatsing van de zuiger. De cylindercondensator is op overeenkomstige wijze als de membraancondensator van de drukopnemer in een brugschakeling opgenomen, die via een kabel met dezelfde hoogfrequente spanning wordt gevoed. De uitgangsspanning van de brug wordt wederom versterkt en gelijkgericht en aan de horizontaal

[3]) Een kathodestraaloscillograaf voor de werktuigbouw, Philips techn. T. **5**, 289, 1940.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

afbuigende platen van de kathodestraalbuis gelegd. De zuigerslagindicateur werkt dus op geheel dezelfde wijze als de eigenlijke drukindicateur (zie ook het schema fig. 4).

Constructie van de drukopnemer

Nadat we in het bovenstaande een overzicht hebben gegeven van de algemeene bouw van de apparatuur, willen we nu nader ingaan op eenige bijzonderheden van de schakeling en van de constructie der onderdeelen. Vooral de drukopnemer vraagt hierbij de aandacht. Dit toch is een onderdeel, dat in drieërlei opzicht aan uiterst zware eischen moet voldoen: electrisch, mechanisch en thermisch. In de eerste plaats merken wij op, dat de capaciteit in de brugtak *bc* (fig. 3) is samengesteld uit die van de membraancondensator C_m en de parallel daaraan staande, van de druk onafhankelijke, capaciteit C_p tusschen de tegenelectrode + toevoerleiding en aarde. Aangezien C_p door verschillende invloeden, vooral door temperatuurveranderingen, eenigszins kan varieeren, is het zaak om C_p zoo klein mogelijk te houden. Hiervoor is de toevoerleiding zoo kort mogelijk gemaakt, dwz. de geheele brugschakeling is zoo dicht mogelijk bij de membraancondensator ondergebracht. Toch blijft er nog een aanzienlijke nevencapaciteit van de rondom ingesloten tegenelectrode (fig. 2) over, zoodat C_p in totaal niet kleiner dan ca 18 $\mu\mu$F kon worden gemaakt. Ter beperking van de invloed van variaties van C_p moet men derhalve trachten de met de druk veranderende capaciteit C_m zoo groot mogelijk te maken, door de luchtspleet tusschen membraan en tegenelectrode zeer klein te kiezen. Hierbij moet er echter op gelet worden, dat tijdens het bedrijf geen sluiting tusschen membraan en tegenelectrode mag optreden. Een sluiting bleek vooral in de hand te worden gewerkt door het vrijkomen van materiaaldeeltjes van het membraan — een verschijnsel, dat niet verwonderlijk is, wanneer men bedenkt, dat het membraan door de aanraking met de heete gassen in de cylinder donkerroodgloeiend kan worden en daarbij voortdurend drukstooten ondervindt tot bijv. 100 atm. Door zorgvuldig ouderen van het membraan kon dit verschijnsel echter zoover onschadelijk worden gemaakt, dat de luchtspleet tot 0,2 mm kon worden teruggebracht. Daar het oppervlak van het membraan door de overweging was vastgelegd, dat de drukopnemer op dezelfde wijze in de cylinderwand moest kunnen worden bevestigd als een bougie, was hiermede ook de capaciteit van de membraancondensator ongeveer bepaald. De verkregen waarde is $C_m \approx 1{,}5$ $\mu\mu$F.

De betrekkelijk kleine waarde van C_m, vergeleken bij die van de nevencapaciteit C_p, maakt het noodzakelijk met zoo groot mogelijke capaciteitsvariaties van de membraancondensator te werken. Het membraan wordt derhalve zoo geconstrueerd, dat bij de maximale druk de doorbuiging f in het midden bijna gelijk wordt aan de luchtspleet, nl. 0,18 mm. Hierbij mogen de in het membraan optredende trekspanningen niet ontoelaatbaar groot worden. Nu geldt voor de maximale trekspanning σ_{max} in een langs de omtrek ingeklemd cirkelvormig membraan de volgende algemeene betrekking:

$$\sigma_{max} = K \frac{E}{c} f \nu_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Hierin is ν_1 de laagste resonantiefrequentie van het membraan, c de geluidsnelheid in het membraanmateriaal, E zijn elasticiteitsmodulus en K een constante, die alleen afhangt van de stijfheid van de inklemming [4]). De constante K is in ons geval rond 4,5. Vult men voor c en E de voor staal geldende waarden $c = 5 \cdot 10^5$ cm/sec, $E = 20 \cdot 10^5$ kg/cm² in en voor ν_1 de waarde 25 000 per/sec, die volgens het hierboven vermelde gewenscht is, dan komt men bij $f = 0{,}18$ mm tot een maximale spanning $\sigma_{max} = 8000$ kg/cm².

Deze waarde is bij een normale goede staalsoort nog toelaatbaar. In ons geval moest echter nog rekening worden gehouden met de buitengewone thermische belasting van het membraan, immers tijdens de verbranding treden in de cylinder toptemperaturen van 1600 °C op, terwijl de gemiddelde bedrijfstemperatuur van het membraan tot ca 550 °C kan bedragen. Bij normale staalsoorten daalt hierbij de toelaatbare waarde van σ_{max} zeer aanzienlijk, bijv. tot slechts 2000 kg/cm². Om de gewenschte waarden van f en ν_1 te kunnen verkrijgen en daarbij toch een voldoende bedrijfszekerheid en voldoende onveranderlijkheid der eigenschappen van het membraan te waarborgen, werd derhalve een speciaal taai en warmtebestendig staalsoort toegepast, waarvan door extra harden de breukgrens nog zooveel mogelijk werd verhoogd.

---

[4]) Is nl. p de overdruk, r de straal van het membraan en δ zijn dikte, dan is

$$f = C_1 \frac{r^4}{\delta^3} \frac{p}{E}, \qquad \sigma_{max} = C_2 \frac{r^2}{\delta^2} p, \qquad \nu_1 = C_3 \frac{\delta}{r^2} c,$$

waarbij C_1, C_2, C_3 constanten zijn, die van de stijfheid der inklemming afhangen. Deelt men de twee laatste vergelijkingen op elkaar en elimineert men dan de druk p, dan blijken tegelijkertijd de afmetingen r en δ uit de resulteerende vergelijking te verdwijnen en men krijgt verg. (1), waarbij $C_2/C_1C_3 = K$ is gesteld. — Een dergelijk verband vindt men ook voor andere trillende systemen. Hierop is in dit tijdschrift reeds gewezen naar aanleiding van een bespreking van de geluidschrijver van het Philips-Millersysteem: Philips techn. T. 1, 136, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Om het membraan tegen al te groote verhitting te beschermen, dwz. de gemiddelde temperatuur tot de genoemde waarde van 550 °C te beperken, is een geperforeerde vóórzetkap aangebracht, zie *fig. 6*. Deze helpt mee om de warmte der gassen naar

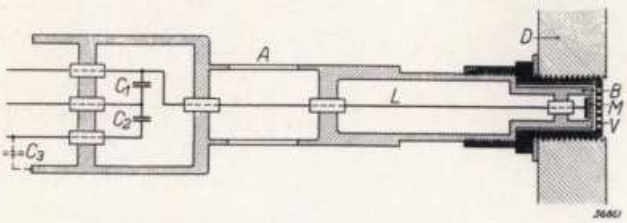


Fig. 6. Constructie van de drukopnemer. Het membraan M vormt de bodem van het cylindertje B. V geperforeerde vóórzetkap, D cylinderwand, L toevoerleiding van de tegenelectrode, C_1, C_2, C_3 condensatoren van de brugschakeling.

de gekoelde cylinderwand af te leiden en draagt tevens de geheele drukopnemer; zij is uitwendig van bougie-draad voorzien en wordt in de cylinderwand geschroefd. Deze constructie heeft het voordeel, dat het materiaal nabij de inklemming van het membraan (feitelijk is het membraan niet „ingeklemd" maar vormt het eenvoudig de bodem van het cylindertje B) ontlast wordt van krachten, die tijdens het inschroeven ontstaan. Deze zouden anders een deformatie veroorzaken en daardoor de gevoeligheid van de drukopnemer (dwz. de ijking) kunnen doen veranderen.

In de doorsneeteekening fig. 6 ziet men ook de condensatoren van de brugschakeling, die in de onmiddellijke nabijheid van de membraancondensator is gemonteerd. Door deze maatregel is, zooals reeds werd vermeld, de waarde van de nevencapaciteit C_p en daarmee de invloed van variaties van deze klein gehouden; anderzijds bracht de genoemde maatregel echter het gevaar mede, dat nu de impedanties van de overige brugelementen sterk zouden varieeren tengevolge van de trillingen en de warmte-overdracht van de motorcylinder, zoodat we van de wal in de sloot zouden raken. Hieraan kon worden ontkomen door een zeer compacte en stevige bouw van de brug, waarbij als isolatiemateriaal doorgaans hoogfrequentie-porcelein is gebruikt, en door een warmte-isoleerende scheiding tusschen de membraancondensator en de brug. Het tusschenstuk A, dat de brug draagt, is nl. van gaten voorzien, zoodat slechts een kleine doorsnede voor de warmtegeleiding beschikbaar is en de lucht hier vrij doorheen kan spoelen, zie *fig. 7*. Verder is het geheele achterstuk alsook de toevoerleiding L van chroomijzer gemaakt, dat een slecht warmtegeleidingsvermogen bezit. Op deze wijze kon worden bereikt, dat het bruggedeelte van de drukopnemer, zonder dat hiervoor een speciale waterkoeling zou moeten worden toegepast, niet warmer wordt dan ongeveer 50 °C.

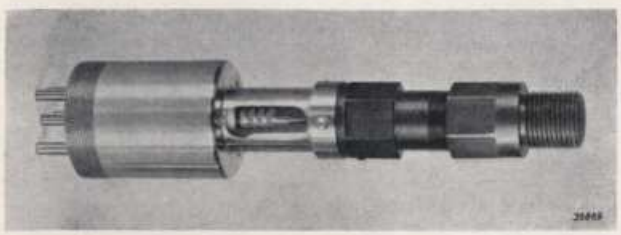


Fig. 7. Foto van de drukopnemer. Rechts de kap met bougiedraad, die in de cylinderwand wordt geschroefd. Links wordt de kabel aangesloten en bevestigd, die naar het indiceerend instrument leidt.

Compensatie-inrichting

De brugschakeling kan zoowel door een toename als door een afname van de capaciteit van de membraancondensator uit evenwicht worden gebracht. In beide gevallen zal de amplitude van de hoogfrequente uitgangsspanning der brug van nul tot een zekere waarde toenemen, en zal dus op het scherm van de kathodestraalbuis een zelfde uitwijking van de fluorescentievlek optreden. In *fig. 8a* is dit verduidelijkt. Teneinde een ondubbelzinnig verband tusschen de druk en de uitwijking op het scherm te verkrijgen, moet de brug voor een zoo lage (of hooge) capaciteit C_0 in evenwicht worden gebracht, dat zij bij alle optredende capaciteitsvariaties (dwz. alle voorkomende drukken) dit evenwicht nooit passeert.

Nu treedt echter de volgende complicatie op. De versterker voor de verticale afbuiging van de kathodestraal kan ook door andere oorzaken dan de capaciteitsvariaties van de membraancondensator een hoogfrequente ingangsspanning ontvangen. In de eerste plaats zijn de kabels en transformatoren voor het toe- en afvoeren der hoogfrequente spanning van de brug niettegenstaande een zorgvuldige onderlinge afscherming steeds in zekere mate capacitief en inductief gekoppeld; de hierdoor geïnduceerde spanning bereikt de versterker geheel buiten de brugschakeling om. Ook wordt het evenwicht van de brug, dat zoowel een afregeling van de effectieve capaciteiten als van de verliesweerstanden der vier condensatoren vereischt, steeds min of meer verstoord, doordat een verloopen van de waarde der verliesweerstanden door temperatuurinvloeden nooit geheel kan worden vermeden. Dit heeft weer een zekere beginspanning aan de ingang van de versterker tengevolge.

De verschillende bijdragen tot de totale ingangsspanning van de versterker moeten, daar zij in fase kunnen verschillen, vectorieel worden opgeteld. De grootte van de resulteerende spannings-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

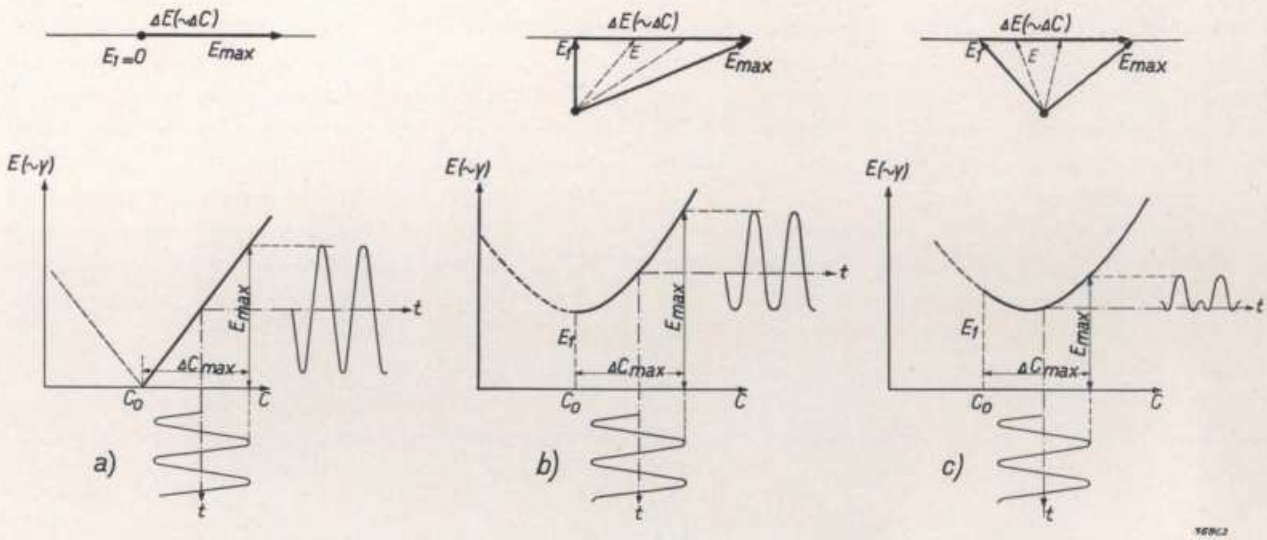


Fig. 8. Verband tusschen de uitwijking y op het scherm, die evenredig is met de ingangsspanning E van de versterker, en de capaciteit C van de membraancondensator.
a) Geen ongewenschte beginspanning E_1 aan de ingang van de versterker. Bij C_0 is de brug in evenwicht. C_0 moet buiten het gebied liggen, waarin C bij de voorkomende drukken varieert. Dan is y een getrouw beeld van C (dus van de druk), zooals het voor een sinusvormige variatie van C geconstrueerde oscillogram toont.
b) Ongewenschte beginspanning E_1 90° in fase verschoven ten opzichte van de spanning ΔE, die door de capaciteitsvariaties ΔC wordt verkregen. y is evenredig met de grootte van de resulteerende vector E. Het oscillogram is bij de lage drukwaarden afgeplat.
c) Willekeurige beginspanning E_1. Het verband tusschen y en C is nu niet meer ondubbelzinnig in het geheele variatiegebied. In het oscillogram kan behalve de afplatting ook een omklappen van de dalen optreden.

vector bepaalt de verkregen uitwijking van de fluorescentievlek. Stel bijv., dat de (uit verschillende bijdragen samengestelde) beginspanning E_1 90° in fase verschoven is ten opzichte van die spanningen ΔE, die door de drukwisselingen optreden. De grootte van de resulteerende vector E, dus ook de waargenomen uitwijking y op het scherm, varieert dan met de druk volgens fig. 8*b*; in het gebied der lage drukken wordt het diagram eenigszins samengedrukt. Een nog sterkere vervorming treedt op, wanneer de vector der beginspanning E_1 een richting heeft als in fig. 8*c* is aangegeven. De grootte van de resulteerende vector E verloopt dan volgens de geteekende kromme, het verband tusschen uitwijking en druk is niet meer in het geheele gebied van drukken ondubbelzinnig; bij een sinusvormig wisselende druk worden de dalen in het oscillogram omgeklapt (zie de figuur).

Om deze vervormingen te vermijden is het noodzakelijk de beginspanning E_1 aan de ingang van de versterker te doen verdwijnen. Dit is bij de hier beschreven indicateur op zeer eenvoudige wijze mogelijk gemaakt: een gedeelte van de oscillatorspanning wordt rechtstreeks aan de versterker toegevoerd, terwijl fase en amplitude van deze spanning zoodanig worden ingesteld, dat de beginspanning E_1 juist wordt gecompenseerd.

Daar de fase der beginspanning E_1 tusschen 0 en 360° kan varieeren moet ook de fase der compensatiespanning in dit gebied regelbaar zijn. Hiervoor is de in *fig. 9a* weergegeven schakeling toegepast.

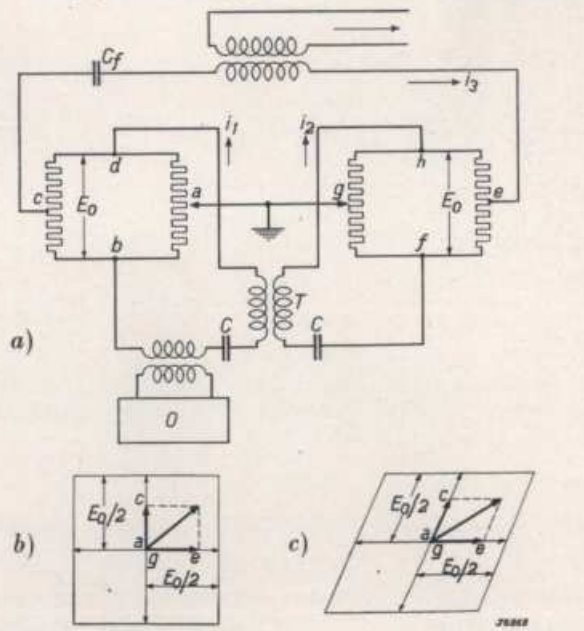


Fig. 9. Schakeling (*a*), bestaande uit twee bruggen *a-b-c-d* en *e-f-g-h*, voor het verkrijgen van de compensatiespanning. Door een condensator C is in elke brug stroom en spanning in fase gebracht. Daar de secundaire spanning van de transformator T steeds 90° in fase verschoven is ten opzichte van de primaire stroom, zijn derhalve i_1 en i_2 90° in fase verschoven. De compensatiespanning wordt tusschen c en e afgenomen en kan door verschuiven van de contacten a en g 360° in fase worden gevarieerd. Dit blijkt uit het vectordiagram: *b*) geldt voor het geval, dat de stroomen i_1 en i_2 precies 90° in fase zijn verschoven; *c*) voor het geval, dat aan deze voorwaarde niet is voldaan.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Zij bestaat in hoofdzaak uit twee onderling gelijke weerstandsbruggen, die uit de oscillator worden gevoed. De twee voedingsspanningen (E_0) zijn onderling 90° in fase verschoven. Door verschuiven van contact *a* kan de spanning tusschen *c* en aarde geregeld worden tusschen $+E_0/2$ en $-E_0/2$. Hetzelfde geldt bij verschuiven van *g* voor de, 90° in fase verschoven, spanning tusschen *e* en aarde. De vector van de resulteerende spanning tusschen *c-e*, die voor de compensatie wordt gebruikt, kan derhalve elke stand binnen het in fig. 9*b* geteekende vierkant verkrijgen, dwz. de compensatiespanning kan 360° in fase en minstens tusschen 0 en $E_0/2$ in amplitude worden gevarieerd.

Wordt tusschen *c-e* een noemenswaardige stroom i_3 afgenomen, dan verandert de faseverhouding der stroomen i_1 en i_2 in de beide bruggen; in plaats van fig. 9*b* geldt dan bijv. een vectordiagram als fig. 9*c*. Het variatiegebied van de amplitude is hier voor sommige fasehoeken kleiner geworden. Dit effect blijkt bij een bepaalde faseverhouding tusschen de afgenomen stroom en spanning een minimum te worden. Deze faseverhouding is door middel van de condensator C_f verwezenlijkt.

Het compenseeren geschiedt practisch als volgt: De beginspanning aan de versterker heeft een zekere beginuitwijking van de fluorescentievlek tengevolge. Men verschuift nu het contact *a* zoolang, totdat deze uitwijking een minimum wordt. Ditzelfde herhaalt men daarna met contact *g*; hiermee kan echter de uitwijking in het algemeen nog niet tot nul worden gereduceerd, maar is voor verdere verkleining weer een verschuiven van *a* noodig, enz. Een nadere beschouwing leert, dat deze afwisselende regeling van *a* en *g* snel convergeert.

Voor het vermijden van elke vervorming moet de compensatiespanning op eenige promille nauwkeurig worden ingesteld. Om deze hooge instelnauwkeurigheid te bereiken zijn de potentiometers *b-a-d* en *f-g-h* (fig. 9*a*) zoodanig geconstrueerd, dat het bestrijken van het regelgebied zeven volle omwentelingen van de regelknop vereischt.

De versterker

Wil men uit het verkregen druk-volume-diagram op het fluorescentiescherm direct door planimetreeren het geïndiceerde cylindervermogen kunnen bepalen, dan moet er een lineair verband bestaan tusschen de uitwijking op het scherm en de cylinderdruk. Nu is het verband tusschen deze beide grootheden zonder speciale maatregelen geenszins lineair. Weliswaar is de uitwijking op het scherm, bij gebruik van een normale lineaire versterker, evenredig met de capaciteitsvariatie van de membraancondensator, deze capaciteitsvariatie is echter niet evenredig met de drukvariatie. Een evenredigheid zou hier alleen bestaan, wanneer de doorbuigingen van het membraan klein waren ten opzichte van de luchtspleet — een voorwaarde, waaraan volgens de gegeven beschrijving van de drukopnemer allesbehalve is voldaan. Het verband tusschen de capaciteit van de membraancondensator en de druk is voor het practisch gebruikte variatiegebied in *fig. 10* weergegeven [5]).

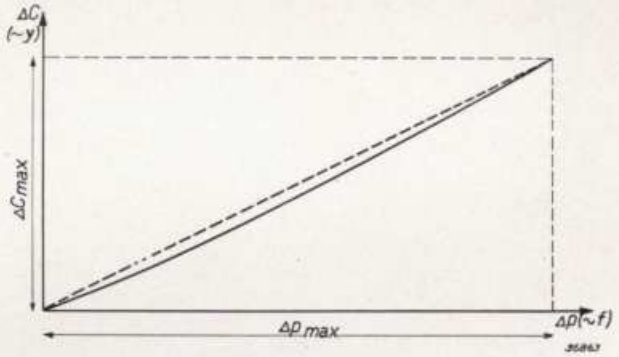


Fig. 10. Verband tusschen de capaciteit *C* van de membraancondensator en de druk *p* op het membraan. Bij gebruik van een lineaire versterker is dit ook het verband tusschen de uitwijking *y* op het scherm en de druk. Door automatische regeling van de versterking wordt hiervoor in de plaats de gestippelde kromme verkregen.

Om toch een lineair verband tusschen de uitwijking op het scherm en de druk te verkrijgen, ligt het voor de hand, niet een normale lineaire versterker te gebruiken, maar de versterking met toenemende amplitude van de ingangsspanning (toenemende capaciteitsvariatie) zoodanig te laten afnemen, dat de in fig. 10 optredende afwijking van het lineaire verloop juist wordt gecorrigeerd. Hiertoe wordt, zooals bijv. ook bij de automatische volumeregeling in radio-ontvangtoestellen wordt gedaan [6]), een gedeelte der gelijkgerichte uitgangsspanning van de versterker naar de roosters der versterkerbuizen (de versterker bevat twee trappen) teruggevoerd, waardoor het werkpunt op de karakteristiek en daarmee de steilheid der buizen naar gelang van de grootte der ingangsspanning wordt veranderd. Terwijl zonder deze versterkingsregeling het verband tusschen de uitwijking op het scherm en de druk de gedaante van de getrokken kromme fig. 10 zou hebben, wordt door de regeling de gestippelde kromme in dezelfde figuur verkregen. De nog overblijvende afwijking van het

[5]) In eerste, ruwe benadering kunnen we de membraancondensator opvatten als bestaande uit twee evenwijdige vlakke platen, wier afstand met toenemende druk afneemt. Een bepaalde afstandsvermindering zal klaarblijkelijk bij kleine afstand een grootere capaciteitstoename veroorzaken dan bij groote afstand, vandaar de kromming van de in fig. 10 geteekende (getrokken) lijn.

[6]) Een soortgelijke lineariteitscorrectie is onlangs in dit tijdschrift beschreven voor een zwartingsmeter voor röntgenfilms: Philips techn. T. **5**, 345, 1940.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

lineaire verloop is gering, het verschil bedraagt in het midden van het geheele drukgebied ca 2% van de maximale druk, terwijl deze afwijking zonder de regeling 10 à 15% bedraagt.

In plaats van „het geheele drukgebied" zouden we beter kunnen spreken van het variatiegebied der membraandoorbuiging. Voor verschillende toepassingen van de drukindicateur zal nl. het drukgebied sterk uiteenloopen; voor deze toepassingen zijn een reeks van drukopnemers ontwikkeld, die in hoofdzaak alleen in de membraandikte verschillen en waarbij dientengevolge de maximale doorbuiging van het membraan (0,18 mm) bij verschillende druk optreedt, bijv. bij 30 atm, 50 atm, 100 atm enz. Het verloop van de capaciteit als functie van de doorbuiging is vrijwel onafhankelijk van de membraandikte, zoodat voor alle drukopnemers dezelfde lineariteitscorrectie kan worden gebruikt.

Hoewel het aanbeveling verdient om steeds die drukopnemer te gebruiken, die aangepast is bij het meetgebied [7]), kan het toch voorkomen, dat de druk minder varieert en het diagram dus slechts een gedeelte van het fluorescentiescherm der kathodestraalbuis beslaat. In dat geval zal men, om het volle schermoppervlak te benutten, de gevoeligheid van de versterker willen opvoeren, hetgeen mogelijk is door met een potentiometer de vóórspanning van het stuurrooster (het werkpunt) der eerste versterkerbuis te veranderen. Aangezien nu met kleinere capaciteitsvariaties van de membraancondensator, dus slechts met een kleiner, de lineariteit meer benaderend, gedeelte der getrokken kromme in fig. 10 wordt gewerkt, moet ook het regelgebied van de lineariteitscorrectie worden verkleind, dwz. er moet slechts een kleinere fractie der gelijkgerichte uitgangsspanning van de versterker worden teruggevoerd. Deze verkleining wordt verkregen door de genoemde fractie met behulp van een potentiometer te veranderen, die mechanisch met de potentiometer voor het regelen van de gevoeligheid is gekoppeld.

Volgens fig. 8*a* wordt de brug zoo afgeregeld, dat de verkregen afbuigspanning van de versterker gelijk nul wordt voor de kleinste optredende druk. Om het volle schermoppervlak te gebruiken moet de fluorescentievlek bij deze druk onderaan op het scherm staan, hij moet dus een zekere beginuitwijking hebben. Deze wordt verkregen door de in *fig. 11* weergegeven uitgangsschakeling van de versterker. Zoowel de gelijkgerichte uitgangsspanning als de constante extra spanning voor de beginuitwijking worden in balansschakeling aan de deflectieplaten van de kathodestraalbuis gelegd; dit is noodig om verteekening van het oscillogram op het scherm te vermijden [8]). Door meer of minder kortsluiten van de weerstand R kan de grootte van de beginuitwijking nog worden gevarieerd.

De bandbreedte van de versterker, die op de oscillatorfrequentie van 450 kper/sec is afgestemd, werd op 30 000 per/sec gesteld. In de drukdiagrammen van verbrandingsmotoren behoeven we weliswaar, zooals in het begin werd uiteengezet, niet met hoogere frequenties dan 3000 per/sec te rekenen, zoodat hiervoor een bandbreedte van 6000 per/sec voldoende ware geweest. Door de gekozen hoogere waarde kan de drukindicateur echter ook voor drukmetingen op een geheel ander terrein worden toegepast, nl. voor het meten van vloeistofdrukken, bijv. in drukleidingen van turbines, van hydraulische persen enz., waarbij nog aanzienlijk steilere fronten van drukgolven (hoogere frequenties) optreden dan in motorcylinders.

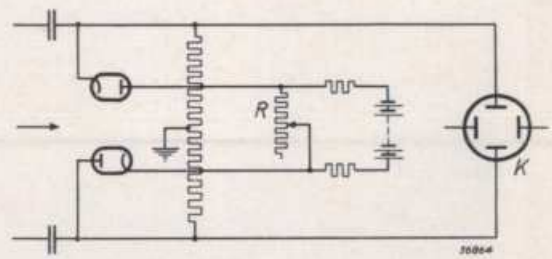


Fig. 11. Uitgangsschakeling (schematisch) van de versterker voor de verticaal afbuigende spanning. De door de beide dioden gelijkgerichte spanning wordt in balans aan de afbuigplaten der kathodestraalbuis K toegevoerd, terwijl door de eveneens gebalanceerde voorspanning op de weerstand R aan de fluorescentievlek een beginuitwijking kan worden gegeven.

IJking en toepassing van de indicateur

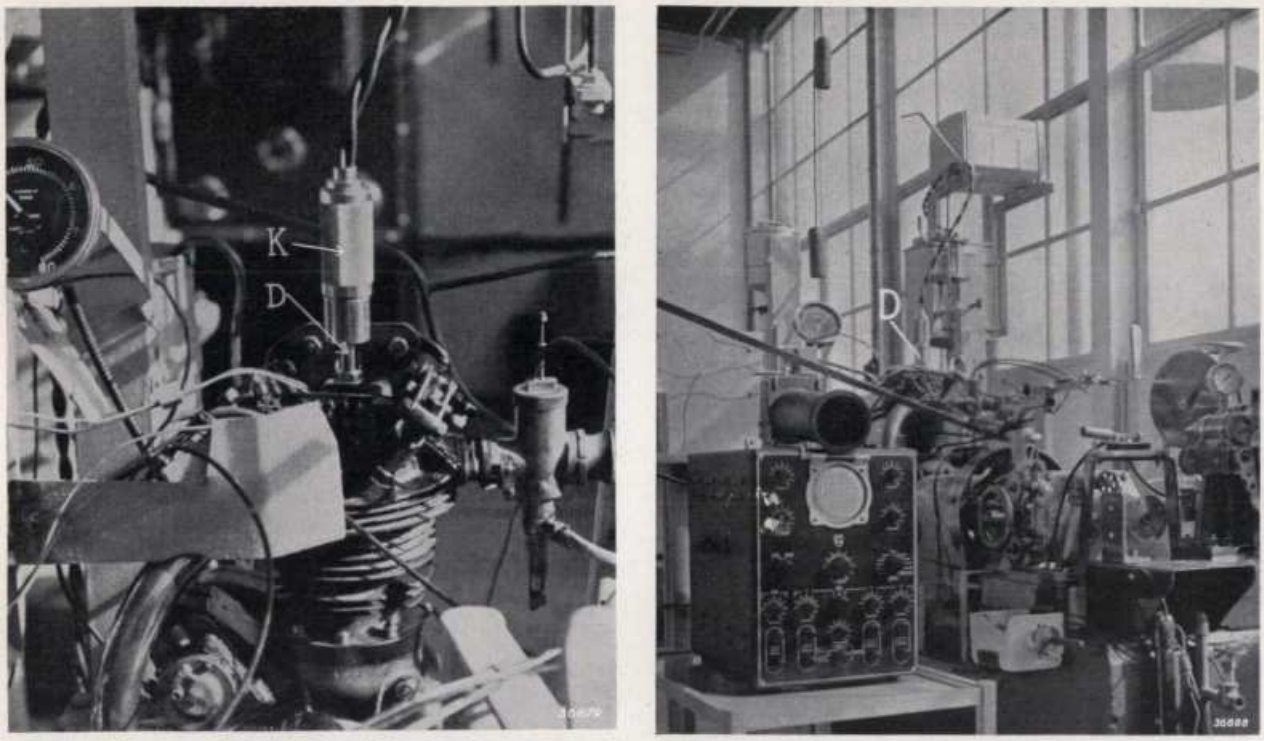
Er is reeds op gewezen, dat dank zij het gekozen draaggolf-principe ook statische drukken kunnen worden gemeten. De ijking is hierdoor zeer eenvoudig: men sluit de drukopnemer bijv. aan op een cylinder met samengeperst gas, waarvan men de druk met een ventiel regelt en met een gewone manometer afleest. De elasticiteitsmodulus van het voor het membraan gebruikte materiaal blijkt practisch onafhankelijk te zijn van de temperatuur, zoodat de ijking in koude toestand van het membraan kan worden uitgevoerd. De ijking geldt natuurlijk alleen voor een bepaalde instelling van de gevoeligheid van de versterker. Verder geldt zij ook slechts voor een bepaalde amplitude van de draaggolf, waarmee de brugschakeling van de drukopnemer

[7]) Dan komt men nl. met een zoo klein mogelijke gevoeligheid van de versterker uit. Hoe hooger de gevoeligheid, hoe sterkere verschuiving van de nullijn op het scherm men krijgt bij het verloopen van de brugschakeling (fig. 8*b* en *c*).

[8]) Dit is bijv. uiteengezet in Philips techn. T. 4, 210, 1939.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023



a *b*

Fig. 12. De drukindicateur GM 3154 in het bedrijf. *a*) Op de motorcylinder ziet men de drukopnemer *D*; *K* is het aansluitstuk van de 10 m lange kabel, die de drukopnemer met het indiceerend instrument verbindt. Dit ziet men in *b*) links op de voorgrond.

wordt gevoed. Immers, deze amplitude bepaalt de evenredigheidsfactor tusschen de ingangsspanning van de versterker en de capaciteitsvariatie van de membraancondensator. Ter voorkoming van veranderingen van de draaggolfamplitude, die zouden kunnen ontstaan door spanningsschommelingen van het net, waaruit de oscillator wordt gevoed, is diens voedingsspanning met neonlampen gestabiliseerd. Tevens beoogt deze maatregel het constanthouden van de draaggolffrequentie. Bij verandering van de frequentie zou nl. de faseverhouding der verschillende spanningscomponenten aan de ingang van de versterker veranderen, waardoor de compensatie der ongewenschte beginspanning zou worden verstoord. Voor het overige is de heele opstelling dank zij het draaggolf-principe in hooge mate ongevoelig voor storingen door inductie uit electrische netten en dergelijke.

Op de toepassing van het apparaat voor het onderzoek en de contrôle van verbrandingsmotoren zal in een later artikel in dit tijdschrift uitvoerig worden ingegaan. Op deze plaats willen we alleen nog op een andere belangrijke toepassingsmogelijkheid wijzen, nl. het onderzoek van mechanische trillingen. Laat men het membraan van de drukopnemer weg en plaatst men de trillingsvrij opgestelde tegenelectrode tegenover een trillend lichaam, dan varieert de capaciteit tusschen de electrode en aarde en de trilling wordt op het scherm van de kathodestraalbuis zichtbaar. Door geschikte dimensioneering van de tegenelectrode kan men op deze wijze trillingen met amplituden van eenige μ tot eenige cm meten. Ook bij de contrôle van verbrandingsmotoren is deze mogelijkheid van belang, nl. voor het opnemen van het zg. naaldhefdiagram.

Fig. 12 toont de drukindicateur in het bedrijf. Om meerdere verschijnselen, bijv. het drukverloop in verschillende cylinders, gemakkelijk te kunnen vergelijken, is de apparatuur zoo ingericht, dat drie verschillende druk- resp. trillingsopnemers gelijktijdig met kabels kunnen worden aangesloten. Door een eenvoudige omschakeling kan men onmiddellijk na elkaar de drie verschillende diagrammen op het scherm doen verschijnen. Daar de vereischte compensatiespanning voor de drie kabels + drukopnemers in het algemeen zal verschillen, is elk der drie aansluitingen van een eigen compensatieinrichting als in fig. 9*a* voorzien. Een vierde compensatie-stel is noodig voor de versterker van de horizontale afbuigspanning (zuigerslagbasis). In fig. 12*b* ziet men de vier paren regelknoppen der compensatie-inrichtingen op de kast onderaan.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

EEN REGELBARE VERSTERKERBUIS MET DUBBELE KATHODELEIDING, GESCHIKT VOOR METERGOLVEN

door M. J. O. STRUTT en A. van der ZIEL. 621.396.645.3.029.6

Een belangrijk nadeel van de gebruikelijke versterkerbuizen bij het versterken van zeer hooge frequenties is de demping van de op het stuurrooster aangesloten trillingskring tengevolge van de koppeling tusschen stuurroosterketen en anodeketen via de zelfinductie van de kathodeleiding. Dit nadeel kan worden ondervangen door de kathode te voorzien van twee aansluitingen, die resp. behooren bij de stuurroosterketen en de anodeketen. Door deze twee aansluitingen van de kathode geschikt te gebruiken, ontstaan talrijke schakelmogelijkheden, waardoor het mogelijk is, de dempingen van stuurroosterkring en anodekring tegelijkertijd op te heffen en tevens de terugwerking gunstig te beïnvloeden. In dit artikel wordt een regelbare versterkerbuis met dubbele kathodeleiding (EF 51) beschreven, welke voor golflengten niet kleiner dan 1,5 m ongeveer even gunstige resultaten levert als de (niet regelbare) balansversterkerbuis EFF 50 en aanmerkelijk betere resultaten dan de bestaande knooppenthoden.

Voor de goede werking van electronenbuizen, die bestemd zijn om zeer korte golven te versterken, moeten vooral de ruischweerstand, de ingangsdemping en de uitgangsdemping laag zijn, terwijl hierbij een groote steilheid moet worden behouden. Een groote steilheid veroorzaakt evenwel, zooals reeds vroeger in dit tijdschrift [1]) werd uiteengezet, een groote demping van de ingangskring tengevolge van de zelfinductie der kathodeleiding. In het tweede van de aangehaalde artikelen werd een buis beschreven, waarin dit bezwaar is ondervangen door toepassing van het balansprincipe. Deze buis, type EFF 50, kan met succes worden toegepast voor het versterken van signalen met frequenties tot $6 \cdot 10^8$ per/sec (golflengte 50 cm), bij welke frequentie nog een versterking met een factor 8 kan worden verkregen.

Het principe, waarop de balansversterkerbuis berust, komt in het kort hierop neer, dat twee systemen, welke nauwkeurig in tegenfase werken, op een gemeenschappelijke kathodeleiding zijn aangesloten. Daar de som van de hoogfrequente stroomen in beide systemen gelijk nul is, loopt door deze kathodeleiding geen hoogfrequente stroom en de zelfinductie van de kathodeleiding kan derhalve geen dempende werking op de ingangskring uitoefenen.

Het resultaat, dat op deze wijze werd verkregen, beantwoordde ten volle aan de verwachtingen. In de practijk kan men evenwel niet altijd een balansbuis gebruiken. Het lag derhalve voor de hand om na te gaan of het beoogde doel — bestrijding van de dempende werking der kathodeleiding — niet ook langs een andere weg kon worden bereikt.

Een constructief eenvoudig principe, dat vele mogelijkheden biedt om de ingangsdemping, de uitgangsdemping en bovendien ook de terugwerking gunstig te beïnvloeden, bestaat in het gebruik van een dubbele kathodeleiding. De anodestroom, welke via de eene kathodeleiding naar de kathode terugkeert, behoeft dan niet meer een weg te kiezen, welke deel uitmaakt van de ingangsketen, die met de andere kathodeleiding tusschen rooster en kathode wordt aangesloten (zie *fig. 1b*).

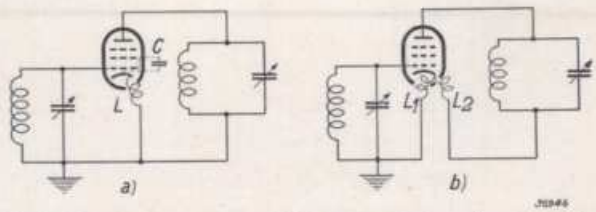


Fig. 1. Schakeling van een buis met enkelvoudige kathodeleiding (*a*) en een buis met dubbele kathodeleiding (*b*) in een trap voor hoogfrequentieversterking. Alleen de voor hoogfrequente stroomen belangrijke impedanties zijn aangegeven. In het geval *a* maakt de zelfinductie L tegelijkertijd deel uit van de ingangskring en van de uitgangskring, waardoor een terugkoppeling optreedt, welke in het geval *b* ontbreekt.

Om aan te toonen, dat hierdoor de dempende werking van de anodestroom op de stuurroosterketen inderdaad verdwijnt, willen wij de theorie van de ingangsdemping tengevolge van de zelfinductie der kathodeleiding in het kort herhalen. Is v de wisselspanning op de ingangsketen van fig. 1*a* en i_a de anodewisselstroom, dan is de wisselspanning tusschen stuurrooster en kathode bij benadering:

$$v_g = v - j\omega L\, i_a$$

en dus bedraagt de wisselstroom, die als gevolg van de aanwezigheid van de rooster-kathode-capaciteit C naar het stuurrooster zal vloeien,

$$i_g = j\omega C\, v_g = j\omega C v + \omega^2 LC\, i_a.$$

In de eerste benadering is $i_a = Sv$, waarin S de

[1]) M. J. O. Strutt en A. van der Ziel, Eigenschappen van ontvangbuizen bij hooge frequentie, Philips techn. T. **3**, 104, 1939; De balansversterkerbuis EFF 50, Philips techn. T. **4**, 171, 1940.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

steilheid van de buis voorstelt, en dus

$$i_g = (j\omega C + \omega^2 LCS)\, v.$$

De tweede term tusschen haken stelt een stroombijdrage voor, die in fase is met de spanning, zoodat aan de ingangskring energie wordt onttrokken. De aequivalente ingangsparallelweerstand is

$$R_L = 1/\omega^2 LCS \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

(De index L duidt aan, dat de zelfinductie van de kathodeleiding de oorzaak van de demping vormt.)

Bij de in fig. 1*b* weergegeven schakeling met twee kathodeleidingen heeft de anodestroom geen invloed op de spanning tusschen stuurrooster en kathode, zoodat het hierboven behandelde dempingseffect geheel afwezig is.

Wij behoeven echter bij dit resultaat niet te blijven staan, maar kunnen door toevoegen van geschikte schakelelementen zelfs een ontdemping van de ingangsketen verkrijgen, zooals in het volgende nader zal worden uiteengezet. Na verder te hebben aangetoond, dat ook de uitgangsdemping en de terugwerking door doelmatig gebruik van de twee kathodeleidingen gunstig kunnen worden beïnvloed, willen we een uitgevoerde buisconstructie beschrijven en wel de hoogfrequentieversterkerbuis EF 51, welke voor golven niet korter dan ongeveer 1,5 m eigenschappen bezit, die veel gunstiger zijn dan die van de bestaande knooppenthoden en slechts weinig achterstaan bij die van de balansversterkerbuis EFF 50. Ten opzichte van de balansversterkerbuis heeft de nieuwe hoogfrequentiebuis dan nog het voordeel, dat zij de mogelijkheid biedt om de versterking te regelen door regelen van de steilheid van de buis.

De invloed van twee kathodeleidingen op de ingangsdemping

Teneinde ons verderop gemakkelijker te kunnen uitdrukken willen we eenige benamingen vastleggen. Onder de eerste kathodeleiding verstaan wij die kathodeleiding, welke behoort bij de ingangsketen, terwijl de tweede kathodeleiding bij de uitgangsketen behoort. Het uiteinde van de kathodeleiding, dat buiten de buis uitsteekt, zal het onderste uiteinde worden genoemd; het bovenste uiteinde is dus met de kathode verbonden.

Om van de dubbele kathodeleiding profijt te trekken voor het verkleinen van de demping van de ingangskring moet men aan de in fig. 1*b* aangegeven schakelelementen nog een condensator C_1 toevoegen tusschen het onderste uiteinde van de tweede kathodeleiding en het stuurrooster. Op deze wijze ontstaat het in *fig. 2* weergegeven schema. Men ziet onmiddellijk, dat de wisselspanning, welke tengevolge van de zelfinductie van de tweede kathodeleiding optreedt, nu via de condensator C_1 aanleiding zal geven tot een roosterwisselstroom, evenals dit in de gebruikelijke schakeling volgens fig. 1*a* het geval was. Daar de condensator C_1 met het onderste einde van L_2 is verbonden, is deze wisselstroom echter in fase tegengesteld aan die, welke in het geval van fig. 1*a* optrad, zoodat in plaats van een demping een ontdemping wordt verkregen.

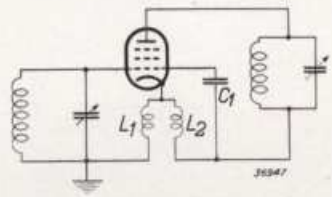


Fig. 2. Schakeling met twee kathodeleidingen en een hulpcondensator C_1 ter opheffing van de demping van de ingangsketen.

Naar analogie met verg. (1) krijgen wij als waarde van de aequivalente parallelweerstand bij benadering:

$$R_{L_2} = -1/\omega^2 L_2 C_1 S \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Men kan deze ontdemping gebruiken om de demping van de ingangskring, bijv. die welke optreedt als gevolg van de eindige looptijd der electronen tusschen kathode en stuurrooster [2]), te verkleinen of zelfs geheel op te heffen. Deze looptijddemping komt bij de verderop in dit artikel te bespreken buis EF 51 ongeveer overeen met een weerstand

$$R_e = \frac{36}{f^2}\, 10^6\ \Omega,$$

waarbij f in megaperioden per seconde is uitgedrukt. Trachten wij deze demping met behulp van de ontdempende werking van de tweede kathodeleiding te compenseeren, dan moet de som van de dempingen door R_e en R_{L_2} verdwijnen, dus:

$$\omega^2 L_2 C_1 S = \frac{f^2}{36} \cdot 10^{-6} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

De steilheid S van de buis EF 51 bedraagt ongeveer 10 mA/V. Verder is $\omega = 2\pi f \cdot 10^6$, zoodat we voor de onbekende schakelelementen C_1 en L_2 de voorwaarde krijgen:

$$L_2 C_1 = \frac{10^{-15}}{10 \cdot 36 \cdot 4\pi^2} = 7 \cdot 10^{-20}\ \text{farad henry}. \quad (4)$$

Kiezen wij bijv. voor C_1 een capaciteit van 1 picofarad, dan moet de zelfinductie van de kathode-

[2]) Zie C. J. Bakker, Philips techn. T. 1, 171, 1936.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

leiding $L_2 = 7 \cdot 10^{-8}$ henry bedragen, hetgeen verkregen wordt door een draad van ongeveer 7 cm lengte en 1 mm diameter. Wij zien dus, dat wij tot schakelelementen komen, die practisch gemakkelijk verwezenlijkt kunnen worden. De aangegeven dempingsopheffing is voor het geheele gebied der korte golven geldig, daar de door verg. (4) bepaalde waarde van L_2C_1 onafhankelijk is van de frequentie.

De invloed van twee kathodeleidingen op de uitgangsdemping

Wil men behalve de ingangsdemping ook de uitgangsdemping gunstig beïnvloeden, dan moet men een tweede hulpcondensator C_2 aanbrengen tusschen de anode en het onderste uiteinde van de eerste kathodeleiding (zie *fig. 3*). Is e_a de anode-

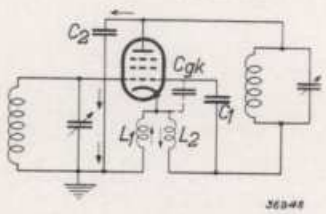


Fig. 3. Schakeling met twee kathodeleidingen en twee hulpcondensatoren C_1 en C_2 ter opheffing van de ingangsdemping en uitgangsdemping. Tevens geeft C_2 aanleiding tot een terugwerkingscapaciteit tusschen anode en stuurrooster en compenseert daardoor de negatieve terugwerkingscapaciteit, welke bij korte golven uit anderen hoofde aanwezig is.

wisselspanning over de trillingskring, dan loopt door deze condensator bij benadering een wisselstroom

$$i_{C_2} = e_a\, j\omega C_2$$

langs de met pijlen aangeduide weg via de zelfinducties L_1 en L_2. Tusschen kathode en aarde ontstaat dientengevolge een wisselspanning:

$$v_k = -j\omega L_1\, i_{C_2} = e_a\, \omega^2 L_1 C_2.$$

Deze verandering van de kathodepotentiaal geeft aanleiding tot een extra-anodestroom $-Sv_k$, dus $-e_a\,\omega^2 L_1 C_2 S$. Hieruit blijkt, dat ook in de anodeketen een negatieve demping optreedt, welke door een geheel analoge formule bepaald is als de ontdemping van de roosterketen.

In vrijwel alle practisch voorkomende schakelingen is de anodeketen van de hoogfrequentieversterkerbuis gekoppeld met de ingangsketen van een tweede trap, bijv. een tweede versterkerbuis of een mengbuis. De genoemde ontdemping van de anodeketen is dan tevens een ontdemping van de ingangsketen van de volgende trap, zoodat deze zelf niet of in mindere mate behoeft te worden ontdempt.

De invloed van de twee kathodeleidingen op de terugwerking van de anode naar het stuurrooster

Zooals reeds bij de discussie van de uitgangsdemping werd besproken, geeft de wisselspanning e_a over de anodeketen aanleiding tot een wisselstroom langs de (in fig. 3) met pijlen aangeduide weg. Deze wisselstroom veroorzaakt de genoemde wisselspanning tusschen kathode en aarde:

$$v_k = e_a\omega^2 L_1 C_2.$$

Verder loopt de wisselstroom door de tweede kathodeleiding (zelfinductie L_2), zoodat het onderste uiteinde daarvan een wisselspanning

$$v = e_a\,\omega^2(L_1 + L_2)\,C_2$$

ten opzichte van aarde bezit.

Deze twee wisselspanningen hebben wisselstroomen naar het stuurrooster tengevolge via de capaciteiten C_{gk} resp. C_1. Immers deze capaciteiten verbinden het stuurrooster met punten, waarop wisselspanning staat, die met de anodewisselspanning in fase is, maar een veel kleinere amplitude bezit. De invloed van de wisselspanningen v_k en v op de stuurroosterketen is dus precies dezelfde als waren de capaciteiten C_{gk} en C_1 tusschen stuurrooster en anode geschakeld, echter niet in hun geheele grootte, maar resp. met een factor v_k/e_a en v/e_a verkleind. De totale hierdoor veroorzaakte schijnbare capaciteit tusschen stuurrooster en anode bedraagt dus:

$$C_{ag}' = C_{gk}\frac{v_k}{e_a} + C_1\frac{v}{e_a} =$$

$$= \omega^2 C_2\left[L_1\,(C_{gk} + C_1) + L_2C_1\right] \quad . \quad . \quad (6)$$

Deze schijnbare capaciteit blijkt nu bij hooge frequenties de terugwerking te verkleinen, aangezien de uit anderen hoofde reeds aanwezige terugwerking bij hooge frequenties het karakter heeft van een negatieve schijnbare capaciteit [3]), welke evenals die van verg. (6) evenredig is met het kwadraat van de frequentie. De grootte van deze schijnbare capaciteit C_{ag}'' hangt af van de wijze van schakelen en kan bij een golflengte van 2 m bijv. 0,2 pF bedragen. Dit zou dan overeenkomen met een verloop volgens de formule

$$C_{ag}'' = -2{,}25\cdot 10^{-19}\,\omega^2 \text{ pF.} \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Wil men de totale terugwerking juist doen verdwijnen, dan moet men zorgen, dat

$$C_2 = \frac{2{,}25\cdot 10^{-19}}{L_1\,(C_{gk} + C_1) + L_2C_1} \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

De hieruit te berekenen capaciteit C_2 levert, zooals in de vorige paragraaf reeds werd aangegeven, tevens een ontdemping van de anodekring op; deze blijkt in het geval van de EF 51 ruim voldoende sterk te zijn om de aanwezige dempingsoorzaken te bestrijden.

[3]) Zie het eerste in noot [1]) aangehaalde artikel, blz. 112.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

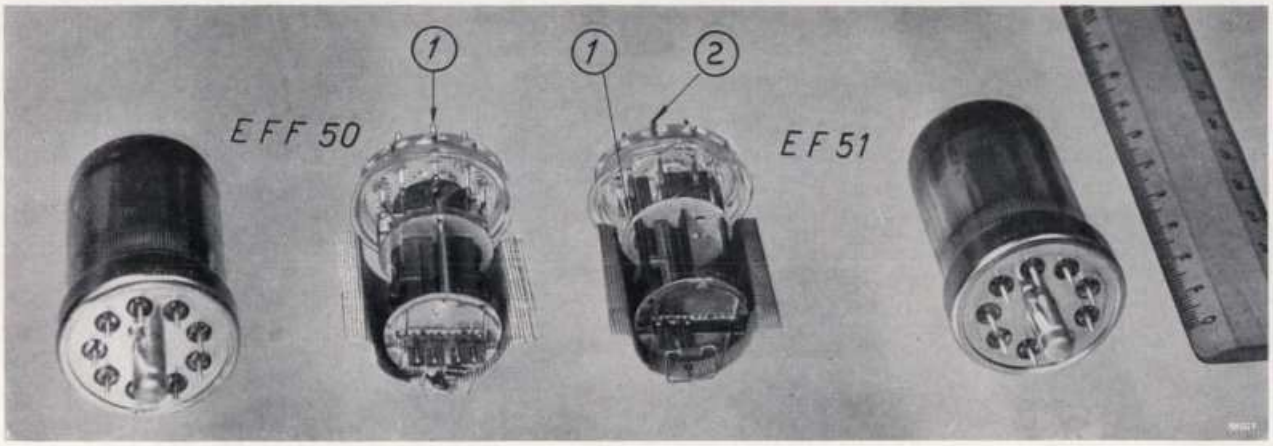


Fig. 4. Buitenaanzicht en binnenwerk van de balansversterkerbuis EFF 50 en van de buis met dubbele kathodeleiding EF 51. Het binnenwerk, waarvan de gazen kooi gedeeltelijk is verwijderd, is bij de EF 51 onsymmetrisch gemonteerd; *1* en *2* zijn de beide kathodeleidingen. Bij de EFF 50 zijn twee identieke systemen naast elkaar geplaatst, welke op een gemeenschappelijke kathodeleiding (*1*) zijn aangesloten.

Constructie van de versterkerbuis met dubbele kathodeleiding

Bij het ontwerpen van de versterkerbuis met dubbele kathodeleiding werd getracht, de schadelijke invloed van de zelfinductie der kathodeleidingen reeds zonder de in het voorafgaande behandelde maatregelen zoo klein mogelijk te doen zijn. Te dien einde werden de kathodeleidingen, en met name de eerste kathodeleiding, buitengewoon kort gehouden, hetgeen zonder verandering van de onderlinge rangschikking der pennen in de buis kon worden gedaan door het systeem onsymmetrisch in de ballon te plaatsen, zoodat één uiteinde van de kathode juist boven de pen van de eerste kathodeleiding komt te liggen.

In *fig. 4* is de constructie van de buis met dubbele kathodeleiding, type EF 51, weergegeven. Zooals men ziet, vertoont het uiterlijk van deze buis eenige overeenstemming met dat van de ter vergelijking afgebeelde balansversterkerbuis EFF 50. Men herkent bij de EF 51 de twee kathodeleidingen, die in de figuur door pijlen met *1* en *2* zijn gemerkt; bij de balansversterkerbuis hebben daarentegen beide systemen een gemeenschappelijke kathodeleiding, die in de foto van het binnenwerk door *1* is aangegeven.

Het stuurrooster van de EF 51 heeft in tegenstelling met dat van de EFF 50 een ongelijkmatige spoed (zie *fig. 5*). Hierdoor wordt bereikt, dat de grootte van de negatieve stuurroosterspanning, welke noodig is om de anodestroom te onderdrukken, voor verschillende gedeelten van de kathode niet dezelfde is. In *fig. 6* ziet men, welke gevolgen dit heeft voor de karakteristiek. Bij de EFF 50 wordt de anodestroom door een stuurroosterspanning van —6 V practisch volledig onderdrukt en iets boven deze „afknijpspanning" neemt de helling van de I_a-V_g-karakteristiek (steilheid S_1 in fig. 6) met dalende stuurroosterspanning zeer sterk af. Bij de EF 51 daarentegen is de afknijpspanning van plaats tot plaats verschillend, m.a.w. het afknijpen geschiedt heel geleidelijk. Het gevolg is, dat ook de verandering van de steilheid heel geleidelijk geschiedt. Dank zij deze eigenschap van de EF 51 is het mogelijk de versterking van de buis door veranderen van de roostervoorspanning te regelen, zonder daarbij veel last te hebben van niet-lineaire vervorming.

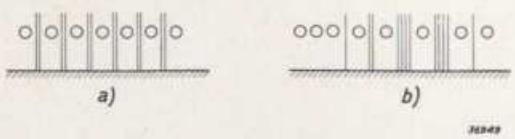


Fig. 5. *a*) Gelijkmatige *b*) ongelijkmatige spoed van het stuurrooster. Voor een stuurroosterspanning in het regelgebied wordt bij het ongelijkmatig gewikkelde rooster de emissie van de kathode plaatselijk onderdrukt.

De niet-lineaire vervorming is in fig. 6 gekenmerkt door het quotient S_3/S_1. De coefficienten S_1 en S_3 zijn daarbij afgeleid uit de reeksontwikkeling:

$$S = S_1 + S_2 (V_g - V_{g0}) + S_3 (V_g - V_{g0})^2 + \ldots,$$

welke het verloop van de steilheid S in de nabijheid van het werkpunt (roosterspanning V_{g0}) weergeeft. De sterkte van de kruismodulatie en van sommige andere ongewenschte verschijnselen blijkt rechtstreeks evenredig te zijn met S_3/S_1 [4]), zoodat het gewenscht is, dit quotient zoo klein mogelijk te hebben. Zooals men ziet in fig. 6, is S_3/S_1 bij de

[4]) Wij verwijzen hieromtrent naar het boek: Moderne Mehrgitter-Elektronenröhren, door M. J. O. Strutt, Uitg. Springer (Berlijn), 2e druk 1939, blz. 17.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

EFF 51 vooral voor groote negatieve roosterspanningen veel kleiner dan bij de EFF 50.

Evenals alle versterkerbuizen vertoont de EF 51 bij het regelen een verandering van de ingangscapaciteit. Deze capaciteitsvariatie kan ongunstig zijn, omdat hierdoor een verstemming van de ingangsketen optreedt. Gebruikt men slechts één kathodeleiding, dan kan deze capaciteitsvariatie op eenvoudige wijze grootendeels worden gecompenseerd, bijv. door het aanbrengen van een weerstand van ongeveer 30 ohm in deze kathodeleiding. Gebruikt men beide kathodeleidingen, dan ondergaat deze schakeling nog eenige wijzigingen.

Het schermrooster van de buis met dubbele kathodeleiding is met kleinere spoed gewikkeld dan dat van de balansversterkerbuis. Hierdoor is de statische capaciteit tusschen stuurrooster en anode verkleind en de inwendige weerstand vergroot, hetgeen vooral voor niet zeer korte golven een verbetering van de buiseigenschappen beteekent. In onderstaande tabel zijn de belangrijkste eigenschappen van de knooppenthode, de balansversterkerbuis en de nieuwe versterkerbuis met dubbele kathodeleiding naast elkaar geplaatst.

Tabel I

Eigenschappen van versterkerbuizen voor zeer korte golven.

Type buis	Knooppenthode 4672	Balansversterkerbuis EFF 50	Buis met dubbele kath. leid. EF 51
Steilheid (mA/V)	1,4	11*	10
Ruischweerstand R_r (Ohm)	8 000	600*	900
Dempingsweerstand R_e** voor $\lambda = 3$ m (Ohm)	18 000	2700*	3600
R_r/R_e	0,44	0,22	0,25
C_{ag} voor lage frequenties (pF)	< 0,007	< 0,02	< 0,006

*) Per systeem (de buis bevat twee identieke systemen).

**) Hieronder is te verstaan de ingangsparallelweerstand, welke aequivalent is met de demping tengevolge van de looptijd der electronen tusschen kathode en stuurrooster.

De ruischeigenschappen van de diverse buizen zijn in de tabel gekenmerkt door de verhouding tusschen de zg. ruischweerstand R_r en de dempingsweerstand R_e, welke aan de ingangszijde van de versterkerbuis optreedt tengevolge van de eindige looptijd der electronen tusschen kathode en stuurrooster. Deze grootheid R_r/R_e blijkt nl. in vele practische gevallen de maximaal bereikbare verhouding tusschen signaalspanning en ruischspanning te bepalen. Uit tabel I zien we, dat de EF 51, wat het ruischen betreft, bijna even goed is als de EFF 50 en belangrijk beter dan de knooppenthode 4 672.

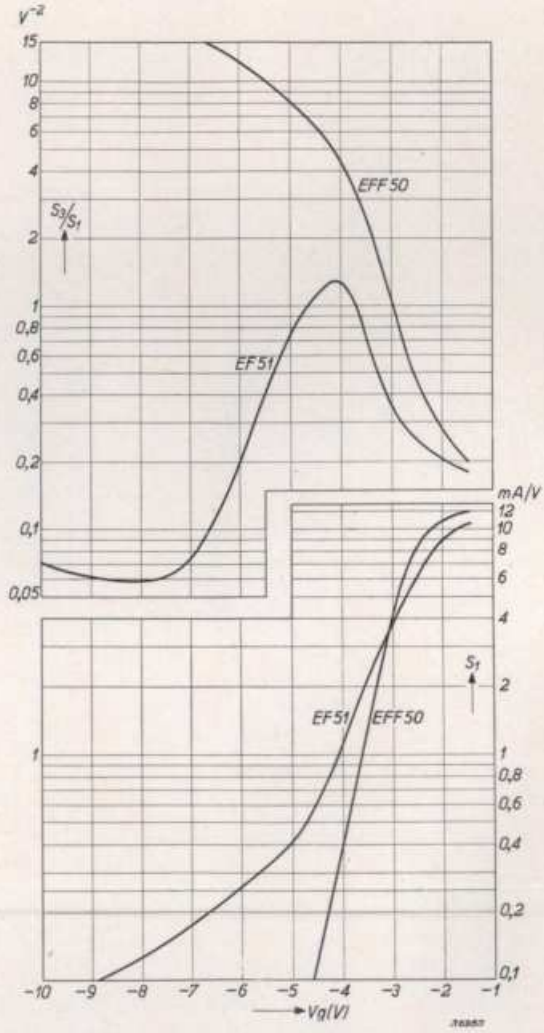


Fig. 6. Steilheid S_1 en vervormingsfactor S_3/S_1 als functie van de roosterspanning voor de balansversterkerbuis EFF 50 en voor de buis met dubbele kathodeleiding EF 51. De factor S_3/S_1 is bij de EF 51 vooral voor groote negatieve stuurroosterspanningen veel kleiner dan bij de EFF 50.

Toepassing van de buis met dubbele kathodeleiding

De versterkerbuis met dubbele kathodeleiding zal in de eerste plaats worden toegepast voor het versterken van ultra korte golven tot een onderste grens van 1,5 meter. Deze golven zijn op zichzelf van groote beteekenis, bijv. voor het telefoneeren met richtantennes en eventueel voor televisie; daarnaast komen dezelfde frequenties in aanmerking als middenfrequentie in superheterodyne-ontvangers voor nog veel kortere golven.

Bij de schakeling van de versterkerbuis met dubbele kathodeleiding kan bijv. worden uitgegaan van het in fig. 2 weergegeven schema [5]). Dit schema geldt

[5]) De capaciteit C_1 behoeft in vele gevallen niet door een aparte condensator te worden verwezenlijkt, maar kan verkregen worden door de in de buis aanwezige capaciteit tusschen stuurrooster en schermrooster te gebruiken. Hiertoe is noodig, dat het schermrooster hoogfrequent met het onderste uiteinde van de tweede kathodeleiding is verbonden, zooals het geval is bij de in fig. 7 aangegeven schakeling.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

slechts voor hoogfrequente stroomen en moet nog worden aangevuld met de verbindingsleidingen, welke noodig zijn om de gewenschte vóórspannigen van de diverse electroden te verkrijgen. Op deze wijze komt men tot een schakeling volgens *fig. 7*, waarvan de werking, na hetgeen over fig. 2 is gezegd, wel duidelijk is.

Tracht men deze schakeling in de practijk toe te passen, dan blijken moeilijkheden op te treden tengevolge van parasitaire capaciteiten. De trillingskring LC in de anodeketen heeft nl. gewoonlijk een vrij aanzienlijke capaciteit ten opzichte van aarde resp. ten opzichte van het chassis en deze capaciteit is parallel geschakeld aan de capaciteit C_2. Nu hebben wij gezien, dat C_2 een terugwerking veroorzaakt, welke slechts heel klein behoeft te zijn om de aanwezige kleine negatieve terugwerking op te heffen.

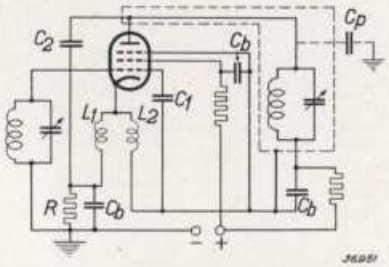


Fig. 7. Volledige schakeling van een hoogfrequentieversterkertrap met de EF 51 als versterkerbuis. Om de capaciteit C_2 niet te groot te doen worden tengevolge van de parasitaire capaciteit C_p moet de uitgangskring worden afgeschermd. C_b blokcondensatoren. De weerstand R dient ter verkrijging van de negatieve stuurroostervoorspanning.

Wordt C_2 te groot, dan ontstaat een positieve terugwerking, welke evenals de negatieve terugwerking nadeelige gevolgen voor de versterking kan hebben, bijv. neiging tot oscilleeren [6]). Derhalve is het bij deze schakeling noodzakelijk de parasitaire capaciteit tusschen de trillingskring en aarde te reduceeren, hetgeen bijv. kan geschieden door de trillingskring in een gesloten bus onder te brengen, welke met de tweede kathodeleiding is verbonden, zooals in de figuur is aangegeven.

Volgt op de besproken schakeling geen verdere versterkertrap, dan is de aangegeven wijze van afschermen goed te verwezenlijken. Heeft men echter bijv. te maken met een aantal trappen in cascade, dan is dit practisch onmogelijk. Immers de anodewisselspanning van de eerste buis moet overgebracht worden naar het stuurrooster van de volgende buis, dat zelf reeds een capaciteit van ongeveer 10 pF ten opzichte van aarde bezit.

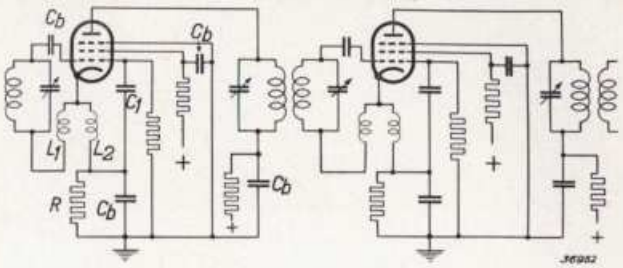


Fig. 8. Schakeling met de EF 51, waarbij de afscherming van de uitgangskring niet noodig is. Door inductieve koppeling kunnen een willekeurig aantal trappen van deze soort achter elkaar worden geschakeld. C_b blokcondensatoren. De weerstand R dient ter verkrijging van de negatieve stuurroostervoorspanning.

Om cascadeschakelingen te kunnen vormen, is het dus gewenscht, een schakeling te gebruiken, waarbij geen afscherming van de anodeketen ten opzichte van aarde noodig is. Een dergelijke schakeling kan zeer eenvoudig worden verkregen door in fig. 2 niet de eerste maar de tweede kathodeleiding met aarde te verbinden. Het aldus verkregen schakelschema ziet men in *fig. 8;* tevens is in deze figuur aangeduid, hoe men, door gebruik van een inductieve koppeling, een tweede geheel identieke versterkertrap met de eerste trap kan verbinden. Op deze wijze kan een willekeurig aantal versterkertrappen achter elkaar worden geschakeld. In plaats van de magnetische koppeling kan men ook electrostatische koppeling toepassen, zooals in *fig. 9* is weergegeven. Hierbij zijn twee scheidingscondensatoren vereischt om de over te brengen wisselspanning van de beide uiteinden van de trillingskring af te nemen. Afgezien hiervan vertoont de schakeling geen principieel verschil ten opzichte van de bij normale buizen gebruikelijke koppeling tusschen opeenvolgende trappen.

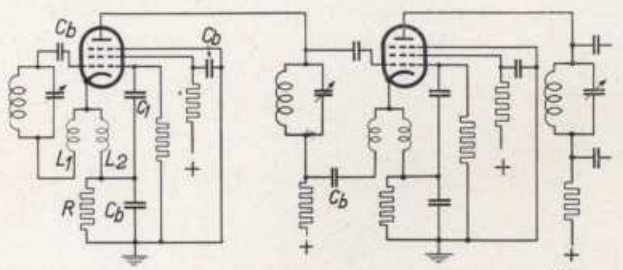


Fig. 9. Als fig. 8, echter met een capacitieve koppeling tusschen de trappen.

[6]) Over het storende effect van terugwerking zie het artikel over zendpenthoden, Philips techn. T. **2**, 257, 1937, in het bijzonder fig. 3 en blz. 261.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

ALFABETISCH REGISTER JAARGANGEN 1—5

Het bij elk onderwerp vermelde vet gedrukte cijfer geeft de jaargang, het daarachter staande getal de pagina. Wil men de volledige titel en de auteur weten van het artikel, waarin het desbetreffende onderwerp is behandeld, dan kan men deze met behulp van de gevonden jaargang en pagina opzoeken in het chronologisch register (pag. 380-384).

Aanloopweerstanden, automatisch werkende 1,205
Aanvliegpeiler 2,184
Achterlichten voor rijwielen . . . 5,347
Adsorptieverschijnselen bij metaalcontacten 5,249

Analyse:
argon-stikstof-mengsels . . . 5,93
polarografie 4,243
röntgendiffractie voor — . . . 1,158; 5,161
Ankers, keuring 4,93

Antennes:
draaibare richt— PCJ-zender 3,58
gemeenschappelijke — („Antennaphil") 1,245
ontvang— („Philastatic") . . 4,333
Architectuur en verlichting . . . 2,8

Auto-radio:
ontvangtoestel 3,113
zend-ontvang-installatie . . . 5,327

Bakens voor vliegvelden:
lichtbakens 4,97
radiobakens 2,370
Balansversterkerbuis (EFF 50) . 5,171
Bandlampen 5,87
Bandspreiding 4,296
Beveiligingsinstallatie met infraroode stralen 1,306
Bewerkbaarheid, onderzoek met schijfproef 1,183; 1,200
„Bi-Arlita"-lamp 1,97

Biologische werking van ultraviolette straling:
erytheem en conjunctivitis. . 2,20
rachitisgenezing (Vitamine D) 3,33
„Biosol"-lamp 2,18
Bliksem, electrische gegevens . . . 2,225

Bliksemlichtlampen:
„Photoflux" 1,289
synchronisatoren 2,334
toptijd 4,157
Bloembolgewassen, invloed van röntgenbestraling 2,321

Chroomijzer voor metaal-glas-verbindingen. 2,307

Condensatoren:
druk— 4,266
electrolytische — 2,65
schuif— 4,289
sterkstroom— 1,178
verliesvrije — 5,313

Contactweerstand:
overgangsweerstand (invloed van adsorptie) 5,249
uitbreidingsweerstand 4,345

Contrasten en zichtbaarheid:
bij röntgendoorlichting . . . 4,119
bij wegverlichting 1,166
Correspondeerende netwerken met hoogverzadigde ijzerkern . . . 2,276

Decibel, definitie en gebruik . . 2,47
Decimale classificatie 3,28
Demping mechanische trillingen 1,374

Diamant:
kristalfouten 2,254
treksteenen 5,14
Doorvoeren in glas en kwartsglas 3,120

Draaggolftelefonie, zie **Telefonie**
Drukcondensatoren 4,266
Drukindicateur. 5,360
Dynatron 3,137

Edelgassen:
analyse argon-stikstof-mengsels 5,93
fabricage van — 4,136

Eenheden:
decibel 2,47
phoon 5,254
nieuwe kaars 5,1

Eindbuizen, zie **Radiobuizen**
Electrolytische condensatoren . . 2,65
Electrometertriode 5,59

Electronenbanen:
in magnetron 4,201
in meerroosterbuizen 5,135
model voor onderzoek van — 2,338

Electronenbuizen, zie **Radiobuizen**
Electronendiffractiediagrammen . 5,161

Electronenschakelaar:
beschrijving 4,280
toepassingsvoorbeeld 3,155

Electronenmicroscoop:
constructie en toepassingen . 1,313
onderzoek α-γ-overgang ijzer 1,321
Emailledraad 3,40

Fabricage, contrôlemethoden:
kathodestraaloscillograaf voor contrôles 4,90
röntgenografische contrôle van montage 3,190
universeel meetapparaat voor contrôle radiobuizen 2,57
Fasehoeken, meting met kathodestraalbuis 5,210
Filmprojectie met watergekoelde kwiklampen 4,2

Filters, electrische:
algemeene theorie 1,239
practische berekening 1,270
laagdoorlatende — 1,298
hoog- en band-doorlatende — 1,331
tabel 1,336
doorlating van impuls 1,367
Filters, magnetische, voor olie . . 2,295
Flikkeren gasontladingslampen, verbetering door luminescentie . 3,282

Fluorescentie, zie **Luminescentie**
Fosforescentie, zie **Luminescentie**

Fotocellen:
grondslagen en ontwikkeling 2,13
iconoscoop 1,18
toepassing van —:
beveiligingsinstallatie . . 1,306
fotometrie 4,71; 4,272; 5,182
lichttelefonie 1,152
televisie 2,72
traagheid gasgevulde —. . . 4,57
versterking door secundaire emissie 5,265

Fotografie:
bliksemlichtlampen, zie aldaar
— met kwiklicht (HPL-lamp) 4,28
— met natriumlicht 2,24
kleurenfotografie, additieve methode 5,52
vergrootingskokers met kwiklampen 3,92

Fotometrie:
algemeene problemen 1,120
helderheidsbegrip 1,142
lichtsterkte-eenheid 5,1
objectieve — 4,272
spectrale— (vakjes-fotometer) 4,71
subjectieve— 5,283
technische — 5,182
wolfraambandlampen voor — 5,87
Fotostroomen, meting met electrometertriode 4,73; 5,63

Frequentiekarakteristiek, opname:
registreerende apparatuur . . 4,373
toongenerator voor —. . . . 5,276
Frequentiemeting met oscillograaf 3,350
Frequentiemodulatie, contrôle met oscillograaf 3,253

Gasbinders 5,225
Gasgevulde fotocellen, traagheid . 4,57

Gasgevulde gelijkrichterbuizen:
physische grondslagen 2,122
zie ook **Gelijkrichters (gloeikathode-ventielen)**

Gasontladingen:
aanslag en ionisatie in positieve zuil 3,161
lichtemissie in positieve zuil van kwik, natrium, neon . . 3,201
luminesceerende wand bij lage druk kwikzuil 3,277
vergelijking van natriumlamp en kwiklamp 1,2; 1,70

Gasontladingslampen:
oscillografisch onderzoek . . 3,153
wisselstroomschakelingen . . 2,103
zie ook **Gasontladingen** en **Lichtbronnen** (kwik- en natriumlampen)

Geluid:
distributie, zie **—versterking**
eenheden 2,47; 5,254

registratie:
gramofoonplaten, eenvoudig toestel. 4,111
machines geluidsfilm . . 5,79
Philips-Miller-systeem, zie aldaar

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Geluid (vervolg):
registratie (vervolg):
reportagewagen 4,78
stereofoonplaten 5,187
spectra:
lichtbuiging geluidsfilm . 3,303
acoustische spectroscoop 4,302
sterkte van diverse bronnen 2,54
straling:
drukmetingen 1,82
theorie en modellen . . . 4,225
synthetisch geluid 4,176
toongenerator 5,276
versterking:
grondslagen, toepassingen 3,225
megafoon 4,285
„Normandie" 1,22
slechthoorenden-apparaat 4,329
Volkenbondspaleis . . . 3,330
weergave:
compressie en expansie . 3,209
fortissimo en pianissimo 2,266
in radio-toestellen . . . 5,120
stereofonische — 5,112
zaalacoustiek, zie aldaar

Geluidsfilm:
lichtbuiging aan — 3,303
machines voor opname en weergave 5,79
Philips-Miller-systeem, zie aldaar

Gelijkrichters:
gloeikathodeventielen:
grondslagen gasgevulde gelijkrichterbuizen . . . 2,122
hoogspanningsventielen . 1,8
relaisbuis (DCG 5/30) . 1,163
kwikkathodeventiel met metalen vat 1,65
regelbare installatie 20 kV, 18 A 1,161
sperlaagventielen:
theorie 4,104
toepassing van seleenventielen 5,200
voor telefooncentrales. . . . 1,295
Gelijkstroomdynamo's, spanningsregeling met trioden 3,97
Getters 5,225

Gieterij:
hoogfrequentie-oven 1,53
röntgenonderzoek gietstukken 2,377

Glas:
doorvoeren van metaal . . . 3,120
samenstelling, eigenschappen, toepassing 2,87
verbinding met metalen (chroomijzer) 2,307

Gloeilampen, zie **Lichtbronnen**

Gramofoonplaten:
afspeelsnelheid 2,64
eenvoudig toestel voor opname 4,111
stereofonie op — 5,187

Hardheid, definitie en meting . . 2,179
Hard metaal 4,326

Helderheid:
begrip en beteekenis 1,142
van kwiklamp en zon . . . 1,62
van nachtelijke hemel . . . 5,307
Hoogfrequentie-oven met zendbuis als generator 1,53

Hoogspanning:
generator voor 10^6 V volgens cascadeprincipe 1,6
installatie Cavendish-Laboratorium 2,161
montage van 10^6 V-generator (plaat) 4,126
röntgenbuizen-constructie . . 4,161
stootspanningsinstallaties, zie aldaar

Hysteresislus:
meetapparaat voor week ijzer 2,84
oscillografische opname . . . 3,349

Iconoscoop 1,18
Indicateur voor verbrandingsmotoren. 5,360
Infraroode stralen, beveiligingsinstallatie 1,306

Kaars, nieuwe 5,1
Kankerinstituut te Amsterdam, röntgeninstallatie 4,161
Kathanode 1,371

Kathodestraalbuis:
electrodensysteem, potentiaalveld (plaat) 4,241
focusseering van electronenbundel 1,33
naversnellingsbuis 5,257
schrijfsnelheid:
berekening, meting, practische conclusies . . . 2,148
toestel voor meting . . 3,221
vergrooting door naversnelling 5,257
secundaire emissie van scherm 3,219
straalintensiteit, regeling . . 1,91
televisiebuis met beeldprojectie 2,249
televisiebuis met magnetische afbuiging. 4,364
toepassingen:
drukindicatie 5,360
fasehoeken, meting . . . 5,210
karakteristieken van eindbuizen 5,65
karakteristieken van zendbuizen 4,52
opname van oscillogrammen 2,148
toepassingen, waarbij een normaal oscillograafapparaat wordt gebruikt, zie onder **Kathodestraaloscillograaf**

Kathodestraaloscillograaf:
constructie:
GM 3150 1,147
GM 3152 4,210
GM 3156 (werktuigbouw) 5,289
toepassingen:
ankers, keuring in massafabricage 4,93
chemische analyse (polarografie) 4,243
electronenschakelaar als hulpmiddel . . . . . 3,155 / 4,280
frequentiemeting 3,350
frequentiemodulatie, contrôle 3,253
gasontladingslampen, stroom en spanning . . 3,153
hysteresislus 3,349
I_a-V_a-diagrammen . . . 3,347
mechanische spanningen 5,26
mechanische trillingen . 5,241
modulatiediepte 3,252
overgenereeren 3,255
resonantiekrommen van ontvangtoestellen . . . 4,90
smeltveiligheden 4,123
stemming orkesten, contrôle 4,217
sterkstroomnetten . . . 3,50
zie evtl. ook **Kathodestraalbuis**
Keelmicrofoon 5,6
Kernphysica 2,97
Klankverstrooiers in luidsprekers . 4,144

Kleuren:
kleurenzien 1,282
metriek (ICI-driehoek) . . . 2,39
Kleurenfotografie, additieve methode 5,52

Kleurweergave van lichtbronnen:
fotometer voor onderzoek . 4,71
verbetering:
gloeilampen („Philiphan"-glas) 3,47
kwiklampen (luminescentie) 3,277
menglicht 5,353
vergelijkingsmethode, „witte" lichtbronnen . . . 2,1
Klinknaden, röntgenonderzoek . 2,350
Kogelzoeker 5,321
Koude emissie 4,107

Kristalstructuur, zie **Structuuronderzoek**

Kunsthars:
röntgendiffractiediagrammen. 2,256
zie verder **„Philite"**
Kunstmatige ademhaling, toestel . 4,338
Kwartsglas, doorvoeren metaal . 3,120
Kwikkathodeventiel met metalen vat 1,65

Kwiklampen, zie **Lichtbronnen**

Lampen, zie **Lichtbronnen**

Lasschen:
afsmelten van staaf, röntgenkinematografisch onderzoek . 1,26
druppelovergang (lasschen boven het hoofd) 4,9
dubbelstroom-laschtoestel . . 1,342
methoden en staafsoorten . 2,129
rendement van laschstaven . 3,377
röntgenografische contrôle van laschnaden 3,93
trekvastheid van neergesmolten materiaal 3,283
tijdschakelaars met relaisbuizen 1,11

Lichtbronnen:
gloeilampen:
„Bi-Arlita"-lamp 1,97
montage van 10 kW-lamp (plaat) 4,45
„Protector"-lampen . . 4,18
vuurtorenlampen 4,33
wolfraambandlampen . . 5,87
kleurweergave, zie aldaar
kwiklampen:
„Biosol"-lamp 2,18
lage druk — met luminescentie 4,353
hooge druk —, luchtgekoeld:
HP 300 1,129
HPL (luminescentie) 5,353
voor fotografie . . . 4,28
voor vergrootingsapparaten 3,92
hooge druk —, watergekoeld:
HP en SP 2,165
helderheid 1,62
voor filmprojectie . 4,2

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

vergelijking met natrium-lampen . . . . . 1,2 / 1,70
luminescentielampen, buisvormige 4,353
lijnvormige —, zie Verlichting
menglichtlamp 5,353
natriumlampen:
grondslagen en ontwikkeling 2,353
hoogfrequente trillingen . 1,87
toepassing voor fotografie 2,24
vergelijking met kwiklampen . . . . . 1,2 / 1,70
rijwiel-achterlichten 5,347
wisselstroomschakelingen van gasontladingslampen 2,103

Lichtechtheids-meettoestel:
beschrijving 1,277
stralingsintensiteit 2,282
Lichtsterkte, eenheid 5,1
Lichttelefonie 1,152

Luidsprekers:
onderzoek 4,371
rendement 4,313
richteffect, klankverstrooiers . 4,144
Luik, verlichting van watertentoonstelling 1939 5,46

Luminescentie:
fluorescentieverschijnselen, theorie 3,129
fluorescentie en fosforescentie, verschillende vormen . . . 3,245
toepassing:
bij lage druk kwiklamp:
grondslagen 3,277
practische uitvoering 4,353
bij hooge druk kwiklamp 5,353
voor contrôle en onderzoek 3,5

Lijnvormige lichtbronnen:
luminescentielampen 4,353
toepassing, zie **Verlichting**

Magneetstaal:
theorie, eigenschappen van verschillende soorten . . . 2,233
toepassing voor magneten . 5,33

Magneten:
berekening 5,33
draagkracht 5,217

Magnetron:
theorie 4,201
toepassing in zender 2,300
Manometers voor lage gasdrukken 2,201

Materiaalonderzoek:
automatisch — met ionisatiekamers en röntgenstralen . 3,232
bewerkbaarheid (schijfproef) 1,183 / 1,200
electronenmicroscoop voor — 1,313 / 1,321
hardheid 2,179
röntgenografisch —:
methode 2,315
toestellen 5,73
voorbeelden:
gietstukken 2,377
klinknaden 2,350
laschnaden 3,93
montage 3,190
structuuronderzoek, zie aldaar

Mechanische spanningen, onderzoek:
met kathodestraaloscillograaf (wisselende —) 5,26
met röntgendiffractie 1,377

Mechanische trillingen:
demping van — 1,374
trillingsopnemer voor onderzoek — met oscillograaf . . . 5,241
Meetbrug, eenvoudig toestel . . 2,270
Megafoon, electrische 4,285
Mengbuizen, vierbundeloctode . . 3,271

Metaaldamplampen, zie **Gasontladingslampen**

Microfoons:
absoluut geijkte — 1,84
keelmicrofoon 5,6
overzicht verschillende soorten 5,150
Modulatiediepte, meting met oscillograaf 3,252

Multiplicatorbuizen:
constructie 3,138
toepassing in televisiezender . 2,72

Muziek:
afspeelsnelheid van gramofoonplaten 2,64
fortissimo en pianissimo . . 2,266
intervallen der tonen 2,47
stemming van orkesten, statistiek 4,221
stemming, normale 5,254

Muziekinstrumenten:
toonhoogtegebied diverse — . 2,49
torenklokken 5,304
viool, versterking van klank . 5,40

Nagalm 3,65
Natriumlampen, zie **Lichtbronnen**
Neonlampen voor plantenbestraling 1,193

Netten:
beveiliging tegen overspanning 2,225
oscillografisch onderzoek . . 3,50

Netwerken:
correspondeerende — met hoogverzadigde ijzerkern . . 2,276
dualiteit van — en meetkundige configuraties 5,336
filters, zie aldaar
Neutronen, productie en toepassing 3,339
„Nieuw-Amsterdam", verlichting 3,361

Nipkow-schijf:
constructie 4,46
gebruik in televisiezender . . 2,72
geïnterlinieerde aftasting . . 3,289
„Normandie", geluidsdistributie . 1,22

Octaaf en decibel 2,47
Oliefilters, magnetische 2,295

Omroep:
reportagewagen 4,78
studio-installaties 4,149
studio K.R.O., onderzoek met optisch model 5,333

Omvormer van gelijkstroom, zie **Vibrator**

Ontvangtoestellen, zie **Radio-ontvangtoestellen**

Oog:
contrastgevoeligheid 1,166
eigenschappen bij verlichtingsniveau van wegen 1,102
gevoeligheid 5,307
gezichtsscherpte 1,215
kleurengewaarwording . . . 1,282
kleurenmetriek 2,39
verblinding 1,225
waarnemingssnelheid 1,215

Oor:
gevoeligheid 2,50
toonhoogtegewaarwording . . 5,298
vervorming 4,182
Oppervlaktelagen, röntgenografisch onderzoek . . . . . 1,31 / 1,95

Optische modellen voor onderzoek zaalacoustiek:
principe; onderzoek intensiteitsverdeeling 1,46
onderzoek richtingsverdeeling 5,333

Oscillogrammen, verteekening:
oorzaken in de buis . . . . 4,211 / 5,262
oorzaken in de versterker . 5,293
Overgenereeren, onderzoek met oscillograaf 3,255
Overspanning, beveiliging van netten tegen — 2,225

Parels, röntgenografisch onderzoek van echtheid . . . . . 1,60 / 2,156
Parijs, verlichting wereldtentoonstelling 1937 2,361
Penthoden, zie **Radiobuizen** en **Zendbuizen**
„Philiphan"-glas, invloed op kleurweergave 3,47

Philips-Miller-systeem voor geluidsregistratie:
principe 1,107
geluidschrijver 1,135
beitel 1,211
snijband 1,230
machine voor opname en weergave 5,82
toepassing in reportagewagen 4,78
„Philishave"-scheertoestel 4,367

„Philite":
eigenschappen en fabricage . 1,257
—persen met 1000 ton perskracht (plaat) 4,349
toepassing, tabel van eigenschappen 3,9
„Philoscoop"-meetbrug 2,270
p_H-meting met electrometertriode 5,62
„Photoflux"-lamp 1,289
Planigrafie 5,322
Plantenbestraling 1,193
Polarografie 4,243

Positieve zuil, zie Gasontladingen
Potentiaalvelden, opnemen met electrolyt-trog 4,235
„Protector"-lampen 4,18

Pupinspoelen:
magnetisch kernmateriaal . 2,77
röntgenografisch onderzoek van kernmateriaal 2,93
toepassing, zie **Telefonie**

Radiobuizen:
constructie; geheel glazen — . 4,170
electronenbanen in —. 5,135
invloed looptijden en ruimtelading; versterking met negatieve anode. 1,171
invloed looptijden, zelfinductie, wederzijdsche inducties van geleidingen 3,104
karakteristieken, opnemen met oscillograaf . . . . . 3,347 / 5,65
meetapparaat voor — . . . 2,57
pompinstallatie voor — (plaat) 3,302

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Radiobuizen (vervolg):
ruischen van — 2,329
secundaire emissie in —:
schadelijke gevolgen . . 3,215
toepassing 3,140
speciale buizen:
balansversterkerbuis (EFF50) 5,171
dubbele kathodeleiding (EF51) 5,369
eindbuizen, onderzoek met oscillograaf 5,65
eindbuizen, vermogen en vervorming 5,193
electrometertriode . . . 5,59
gasgevulde trioden . . . 1,371
vierbundeloctode 3,271
Radiogolven, voortplanting . . . 4,257

Radio-ontvangtoestellen:
auto-radio 3,113
bandspreiding 4,296
compressie en expansie . . . 3,209
drukknopafstemming:
met motoraandrijving . 3,257
met schuifcondensator . 4,289
frequentiekarakteristieken . . 5,120
magnetische afstemming; tegenkoppeling 1,264
resonantiekrommen, contrôle in massafabricage 4,90
ruischen van — 3,193
superheterodyne-principe, demonstratie 1,76
superregeneratieve ontvangst 5,329

Radiostoringen:
bestrijding 4,249
oorzaken en overdracht . . 3,239
— door natriumlampen . . . 1,87
Rangeerterreinen, verlichting . . 4,65

Reflectie:
helderheidscoëfficienten van wegdekken 3,321
lichtverdeeling bij — op diverse materialen 5,129
tripelspiegel (rijwiel-reflectoren) 5,347
Rekristallisatie, röntgenografisch onderzoek 2,29

Relaisbuizen:
regelbare gelijkrichterinstallatie met — DCG 5/30 1,161
tijdschakelaars met — voor naadlasschen 1,11
Relaxatietrillingen 1,39
Reportagewagen 4,78
Resonantiekrommen van ontvangtoestellen, meting 4,90

Röntgen:
bestraling van bloembollen . 2,321
buizen:
voor diagnostiek („Rotalix"-buis) 3,296
voor structuuronderzoek 3,263
voor therapie, tot 10^6 V . 4,161
diagnostiek:
camera-opnamen 5,270
doorlichten (stralenveiligheid, waarneembaarheid) 4,119
localiseeren van objecten (projectielen) 5,321
tuberculose-bestrijding . 1,339
diffractiediagrammen:
overzicht van interpretatie en toepassingen . . 5,161
speciale toepassingen, zie **Structuuronderzoek**
materiaalonderzoek, zie aldaar
opnamen:
camera-opnamen 5,270
korte belichtingstijden (10^{-6} sec) 5,23
laschproces (druppelovergang) . . . . . 1,26 / 4,9
stereoscopische — . . . 5,322
zwartingsmeter voor röntgenfilms 5,343
stralenveiligheid . . . . . 1,62 / 4,119
structuuronderzoek, zie aldaar
toesteilen voor materiaalonderzoek 5,73
„Rotalix"-röntgenbuis 3,296

Ruischen:
van ontvangtoestellen . . . 3,193
van versterkerbuizen 2,329
van versterkers 2,136
bij u.k.g. ontvangst 5,171
Rijwiel-achterlichten en -reflectoren 5,347
Rijwieldynamo 3,88

Scheerapparaat „Philishave" . . 4,367
Schrijfsnelheid, zie **Kathodestraalbuis**
Schijfproef voor onderzoek bewerkbaarheid . . . . . 1,183 / 1,200
Secundaire emissie:
emitteerend vermogen van diverse materialen 3,80
ongewenschte effecten in versterkerbuizen 3,215
toepassingen:
dynatron, multiplicatorbuis, versterkerbuizen . 3,137
fotocel 5,265
kathodestraalbuis . . . 3,219

Seleenventielen:
grondslagen, vervaardiging . 4,104
toepassing in gelijkrichters . 5,200
Sintermetallurgie 4,321
Slechthoorenden-apparaat 4,329
Smeltveiligheden, onderzoek met oscillograaf 4,123
Spanningsregeling van gelijkstroomdynamo's met trioden . . 3,97
Speksteen, röntgenografisch onderzoek . . . . . 1,60 / 2,157
Sperlaaggelijkrichters, zie **Gelijkrichters (sperlaagventielen)**
Spiegelarmatuur voor straatverlichting 5,231
Stabilisator met hoogverzadigde ijzerkern 2,276

Stereofonie:
grondslagen 5.112
stereofoonplaten 5,187
stereofonisch slechthoorendenapparaat 4,329

Stootspanningsinstallaties:
tot $2 \cdot 10^6$ V 1,235
tot $4 \cdot 10^6$ V en 80 kWsec . . 3,311

Straatverlichting, zie **Verlichting**

Stralingsmetingen:
fotografisch (röntgendoses) . 1,62
met ionisatiekamer en electrometertriode 5,63
zwartingsmeter 5,343
Stroomregulatorbuizen 3,74

Structuuronderzoek, röntgenografisch:
methodiek:
algemeen 1,29
gevoelige lijnen 1,252
röntgenbuis voor — . . 3,263
toepassingen:
overzicht 5,161
analyse mengsels 1,158
identificaties . . . . . 1,31 / 1,158 / 1,188
kristalfouten 2,254
kristalgrootte 2,255
mengkristallen . . . . . 1,220 / 1,252
rekristallisatie 2,29
spanningen 1,377
textuur . . . . . 1,60 / 1,95 / 2,93 / 2,156
Studio-installaties 4,149
Superheterodyne-ontvangst, demonstratietoestel 1,76
Superregeneratieve ontvanger . . 5,329
Synchronisatoren voor bliksemlichtopnamen 2,334
Synthetisch geluid 4,176

Tegenkoppeling:
grondslagen en toepassingsmogelijkheden 2,289
toepassing in lijnversterkers 2,209
toepassing in ontvangtoestellen 1,268
toepassing voor expansie bij geluidsweergave 3,214

Telefonie:
draaggolftelefonie:
op gepupiniseerde kabels 4,21
vervorming in gepupiniseerde kabels 4,84
filters, zie aldaar
gelijkrichters voor centrales . 1,295
lichttelefonie 1,152
lijnversterkers 2,209
Pupinspoelen:
kernmateriaal 2,77
toepassing 1,357
u.k.g. telefonieverbindingen:
Eindhoven-Tilburg . . . 2,173
Eindhoven-Nijmegen . . 2,299
met rijdende auto's . . 5,327
Telescoopspiegels 1,362

Televisie:
experimenteele installatie . . 1,16
Nipkow-schijf, constructie . . 4,46
ontvangtoestellen . . . . 2,33 / 4,358
projectie van beeld 2,249
zender met iconoscoop . . . 1,325
idem, transportabel. 3,1
zender met Nipkow-schijf . . 2,72
idem, met interlinieering . . 3,289
Temperatuurmeting met thermo-elementen 5,220
Tentoonstellingsverlichting, zie **Verlichting**
Textuur, onderzoek, zie **Structuuronderzoek**
Thermo-elementen voor temperatuurmeting 5,220
Thermokruisen 3,170
Toongenerator 5,276
Toonhoogtegewaarwording . . . 5,298
Topologische beschouwing van netwerken 5,336

Treksteenen:
van diamant 5,14
van hard metaal 4,327

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

Triller, zie **Vibrator**
Trillingsopnemer 5,241
Trioden, zie **Radiobuizen** en **Zendbuizen**
Tuberculose-opsporing door massaröntgenonderzoek 1,339

Ultra korte golf:
auto-zendontvanger 5,327
magnetron 4,201
telefonie-verbindingen, zie **Telefonie**
versterkerbuizen:
algemeen gedrag bij u.k.g. 1,171; 3,104
balansversterkerbuis . . 5,171
dubbele kathodeleiding . 5,369
voortplanting van — 4,257
Ultraviolette straling:
biologische werking:
algemeen 2,18
vitamine-D 3,33
technische toepassing voor luminescentie-onderzoek . . . 3,5

Veerbalans. 1,126
Veldsterktemeting:
nauwkeurigheid 5,145
registreerend toestel 2,216
Ventielen, zie **Gelijkrichters**
Verblinding bij wegverlichting . . 1,225
Verduisteringsverlichting, zie **Verlichting**
Verlichting:
algemeene grondslagen van openbare — 2,110
architectuur en — 2,8
indirecte —, lichtverdeeling bij reflectie 5,129
kruiser „de Ruyter", feest— (plaat) 1,350
lijnvormige lichtbronnen:
verlichtingssterkte, schaduwen, reflecties . . . 4,193
reflecteerende oppervlakken 5,16
menglicht 5,353
rangeerterreinen 4,65
schepen („Nieuw Amsterdam") 3,361
straten:
grondslagen 2,142
spiegelarmatuur 5,231
tennisbanen 1,251
tentoonstellingen:
„Goed verlicht huis" . . 4,183
Luik 1939. 5,46
Parijs 1937 2,361
verduisteringsverlichting:
grondslagen 4,16
filtermethode 5,97
nachtelijke helderheid . 5,307
vliegvelden 4,97
Volkenbondspaleis te Genève 3,179
wegverlichting, zie aldaar
werkbanken 3,53
Verlieshoeken, meting 5,311
Verstaanbaarheid 3,143
Versterkerbuizen, zie **Radiobuizen**
Versterkers:
gebruik in telefoontechniek . 2,209
ruischen van — 2,136
tegenkoppeling, zie aldaar
Versterker-installaties, zie **Geluid, versterking**
Vervorming:
in gepupiniseerde kabels . . 4,84
van magnetische oorsprong . 2,193
meting van — luidsprekers . 4,371
in het oor. 4,182
reductie door tegenkoppeling, zie **Tegenkoppeling**
Vibrator:
omvormer gelijkstroom in wisselstroom. 2,346
transformeeren gelijkspanning 3,115
Viool, perspectieven voor ontwikkeling 5,40
Vitamine-D 3,33
Vliegtuigradio:
plaats- en koersbepaling . . 2,184
zend-ontvanger V.R. 18. . . 1,114
zend-ontvanger met aanvliegpeiler (plaat) 2,314
Vliegvelden:
radiobakens 2,370
verlichting en bebakening . . 4,97
Volkenbondspaleis te Genève:
electro-acoustische installatie 3,330
verlichting 3,179
Vuurtorenlampen 4,33

Weerstandsmetingen:
toestel voor —. 2,270
— aan vloeistoffen 3,187
Wegverlichting:
physiologische grondslagen:
algemeene eigenschappen van oog 1,102
helderheid en subjectieve helderheid 1,142
contrastgevoeligheid en contrastrijkheid 1,166
gezichtsscherpte en waarnemingssnelheid. . . . 1,215
verblinding 1,225
reflectie van wegdek:
gewenschte helderheden en contasten 2,239
helderheidsverdeeling . . 3,321; 5,231
uitgevoerde installaties:
metingen 4,304
Purley Way, Croydon (plaat) 1,312
zichtbaarheidsmeter voor beoordeeling 1,353
Werkbankverlichting 3,53
Wolfraam:
bereiding 4,324
bewerking (plaat) 5,30
thorium in — 1,189
α- en β-modificatie. 1,190
Wolfraambandlampen 5,87

IJzerdraadweerstanden 3,74
IJzeren long 4,338

Zaalacoustiek:
geluidsabsorptie 3,368
nagalm 3,65
verstaanbaarheid 3,143
optische modellen:
principe; onderzoek intensiteitsverdeeling 1,46
onderzoek richtingsverdeeling 5,333
Zendbuizen:
brommen van —. 5,104
gasgevulde trioden 1,371
karakteristieken, opnemen met kathodestraalbuis 4,52
luchtgekoelde — 4,129
ontwikkeling, fabricage van — 2,115
penthoden. 2,257
Zenders:
korte golf station P.C.J. . . . 3,17
omroepzender Rio de Janeiro (plaat) 3,152
televisiezenders, zie **Televisie**
zend-ontvang-installaties:
voor auto's 5,327
voor vliegtuigen 1,114
Eindhoven-Nijmegen . . 2,299
Eindhoven-Tilburg . . . 2,173
Zichtbaarheidsmeter:
principe en constructie . . . 1,353
toepassing, meetresultaten . 4,304
Zirconium:
bereiding en toepassing . . . 3,353
gebruik als gasbinder . . . 5,225
Zwartingsmeter 5,343

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

CHRONOLOGISCH REGISTER JAARGANGEN 1–5

JAARGANG 1, 1936

	Blz.
Ter introductie - G. Holst	1
Vergelijking van de ontladingsvorm in natrium- en kwikdamplampen I - G. Heller	2
Een moderne hoogspanningsinstallatie - S. Gradstein	6
Relaisbuizen als tijdschakelaars voor het naadlassen - D. M. Duinker	11
Een experimenteele televisiezender en -ontvanger - J. van der Mark	16
De installatie voor geluidsdistributie aan boord van de „Normandie" - N. A. Halbertsma	22
Hoe smelt een laschstaaf af? - J. Sack	26
Practische toepassingen van röntgenografisch materiaalonderzoek I - W. G. Burgers	29
Het verkrijgen van een scherpe fluorescentievlek in kathodestraalbuizen - G. P. Ittmann	33
Relaxatietrillingen - S. Gradstein	39
Optische modellen ter bestudeering van de acoustiek van tooneelzalen - R. Vermeulen en J. de Boer	46
Een hoogfrequentie-oven met lampgenerator - G. Heller	53
Practische toepassingen van röntgenografisch materiaalonderzoek II - W. G. Burgers	60
Dosiscontrôle in röntgenlaboratoria en -fabrieken	62
Oppervlaktehelderheden, grooter dan die van de zon	62
Een nieuwe metalen ventielbuis met kwikkathode - J. G. W. Mulder	65
Vergelijking van de ontladingsvorm in natrium- en kwikdamplampen II - G. Heller	70
Demonstratie van de superheterodyne-ontvangst - H. J. J. Bouman	76
Absolute geluidsdrukmetingen - J. de Boer	82
Hoogfrequente trillingen in natriumlampen - L. Blok	87
De regeling der intensiteit in kathodestraalbuizen - G. P. Ittmann	91
Practische toepassingen van röntgenografisch materiaalonderzoek III - W. G. Burgers	95
Over de ontwikkeling der lampen met dubbelspiralen - W. Geiss	97
Eigenschappen van het oog in verband met hun beteekenis voor de wegverlichting - P. J. Bouma	102
Het Philips-Miller-systeem voor geluidsregistratie - R. Vermeulen	107
De zend-ontvanginstallatie V.R. 18 - C. Romeyn	114
De fotometrie van metaaldamplampen - G. Heller	120
Een zeer gevoelige veerbalans - C. J. Dippel	126
De kwiklamp HP 300 - G. Heller	129
De geluidsschrijver van het Philips-Miller-systeem - A. Th. van Urk	135
Het helderheidsbegrip in verband met de wegverlichting en de fotometrie - P. J. Bouma	142
Een oscillograafapparaat - G. P. Ittmann	147
Lichttelefonie - J. W. L. Köhler	152
Practische toepassingen van röntgenografisch materiaalonderzoek IV - W. G. Burgers	158
Een regelbare gelijkrichter-installatie van 20 000 volt en 18 ampere - J. G. W. Mulder en H. L. van der Horst	161
Het zien van helderheidscontrasten bij de wegverlichting - P. J. Bouma	166
Eenige eigenschappen van ontvanglampen bij korte golven - C. J. Bakker	171
Sterkstroomcondensatoren - H. Ehrnreich	178
De schijfproef als verkorte bewerkbaarheidsproef bij de beoordeeling van staalsoorten - P. Clausing	183
Practische toepassingen van röntgenografisch materiaalonderzoek V - W. G. Burgers	188
Plantenbestraling met neonlicht - J. W. M. Roodenburg en G. Zecher	193
De schijfproef als verkorte bewerkbaarheidsproef bij de beoordeeling van staalsoorten (vervolg van pag. 183) - P. Clausing	200
Automatisch werkende aanloopweerstanden („Starto"-buizen) - P. C. van der Willigen	205
De beitel voor het registreeren volgens het Philips-Millersysteem - A. Cramwinckel	211
Gezichtsscherpte en waarnemingssnelheid in verband met de wegverlichting - P. J. Bouma	215
Practische toepassingen van röntgenografisch materiaalonderzoek VI - W. G. Burgers	220
Het verblindingsprobleem bij de wegverlichting - P. J. Bouma	225
De snijband voor het Philips-Miller-systeem - C. J. Dippel	230
Een generator voor stootspanningen van 2 millioen volt - A. Kuntke	235
Electrische filters I - Balth. van der Pol en Th. J. Weijers	239
Een gemeenschappelijk antennesysteem - J. van Slooten	245
Natriumverlichting van tennisbanen	251
Practische toepassingen van röntgenografisch materiaalonderzoek VII - W. G. Burgers	252
Eigenschappen en toepassingen van kunstharsproducten - R. Houwink	257
Verbeteringen aan radio-ontvangtoestellen - C. J. van Loon	264
Electrische filters II - Balth. van der Pol en Th. J. Weijers	270
Een nieuw toestel voor het onderzoek van materialen op hun lichtechtheid - J. F. H. Custers	277
Het zien van kleuren - P. J. Bouma	282
De „Photoflux", een lichtbron voor fotografische momentopnamen - J. A. M. van Liempt en J. A. de Vriend	289
Gelijkrichters voor telefooncentrales - H. J. J. Bouman	295
Electrische filters III - Balth. van der Pol en Th. J. Weijers	298
Een beveiligingsinstallatie met infraroode stralen - A. L. Timmer en A. H. van Assum	306
De nieuwe natriumverlichting op de Purley Way, Croydon (plaat)	312
De electronenmicroscoop als hulpmiddel bij metallografisch onderzoek - W. G. Burgers en J. J. A. Ploos van Amstel	313
Electronenoptische waarneming van de overgang van α- in γ-ijzer - W. G. Burgers en J. J. A. Ploos van Amstel	321
Televisie - J. van der Mark	325
Electrische filters IV - Balth. van der Pol en Th. J. Weijers	331
Systematisch röntgenonderzoek ter opsporing der longtuberculose in fabrieken - J. G. A. van Weel	339
Een dubbelstroom-laschtoestel - H. A. W. Klinkhamer	342
Feestverlichting van den Nederlandschen kruiser „De Ruyter" (plaat)	350
Hoe beoordeelt men de kwaliteit van een wegverlichting? - G. Holst en P. J. Bouma	353
Het gebruik van pupinspoelen in de telefoontechniek - W. Six	357
Telescoopspiegels - H. J. Meerkamp van Embden	362
Electrische filters V - Balth. van der Pol en Th. J. Weijers	367
Triodes met gasvulling - H. G. Boumeester en M. J. Druyvesteyn	371
Over het dempen van mechanische trillingen - A. Cramwinckel, C. J. Dippel en G. Heller	374
Practische toepassingen van röntgenografisch materiaalonderzoek VIII - W. G. Burgers	377

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

JAARGANG 2, 1937

	Blz.
De kleurweergave bij gebruik van verschillende „witte" lichtbronnen - P. J. Bouma	1
Licht en architectuur - L. C. Kalff	8
Het fotoelectrische effect en zijn toepassing in fotocellen - M. C. Teves	13
Biologische werking van de straling van de „Biosol" lamp - A. van Wijk	18
De beteekenis van de „Philora" natriumlamp voor de fotografie - J. A. M. van Liempt	24
Practische toepassingen van röntgenografisch materiaal-onderzoek IX - W. G. Burgers	29
Een televisie-ontvangtoestel - C. L. Richards	33
Het karakteriseeren van kleurindrukken door kleuren-ruimte en kleurendriehoek - P. J. Bouma	39
Octaaf en decibel - R. Vermeulen	47
Een universeel meetapparaat voor radiolampen - D. Eringa	57
Afspeelsnelheid van gramofoonplaten - J. de Boer	64
Electrolytische condensatoren - W. Ch. van Geel en A. Claassen	65
Televisie-installatie met schijf volgens Nipkow - H. Rinia en C. Dorsman	72
Magnetische kernen voor Pupinspoelen - J. L. Snoek	77
Apparaat voor het uitvoeren van hysteresismetingen aan magnetisch week materiaal - J. J. Went	84
Het glas in de moderne lampen - J. Smelt	87
Practische toepassingen van röntgenografisch materiaal-onderzoek X - W. G. Burgers	93
Kernphysica - W. de Groot	97
Wisselstroomschakelingen voor ontladingslampen - E. G. Dorgelo	103
Openbare verlichting. Grondslagen voor wegverlichting - G. B. van de Werfhorst.	110
De ontwikkeling en fabricage der moderne zendlampen - H. G. Boumeester	115
Physische grondslagen van met gas gevulde gelijkrichters met gloeikathoden - M. J. Druyvesteyn en J. G. W. Mulder	122
Lasschen en laschstaven - J. Sack	129
De oorzaken van het ruischen in versterkers - M. Ziegler	136
Openbare verlichting. Grondslagen voor straatverlich-ting - G. B. van de Werfhorst	142
Het registreeren van snel verloopende electrische ver-schijnselen met behulp van kathodestraalbuis en camera - J. F. H. Custers	148
Practische toepassingen van röntgenografisch materiaal-onderzoek XI - W. G. Burgers	156
Een generator voor zeer hooge gelijkspanning - A. Kuntke	161
Watergekoelde kwiklampen - E. G. Dorgelo	165
Een telefoonverbinding op ultra korte golven tusschen Eindhoven en Tilburg - C. G. A. von Lindern en G. de Vries	173
De meting der hardheid van metalen en legeeringen - E. M. H. Lips	179
Plaats- en koersbepaling aan boord van een vliegtuig met behulp van radio - G. P. Ittmann	184
Niet-lineaire vervorming van magnetische oorsprong - J. W. L. Köhler	193
Manometers voor lage gasdrukken - F. M. Penning	201
Het gebruik van versterkers in de telefoontechniek - W. Six en H. Mulders	209
Een gevoelige registreerende veldmeter - M. Ziegler	216
De beveiliging van bovengrondsche laagspanningsnetten tegen overspanning - J. G. W. Mulder	225
Staalsoorten voor permanente magneten - J. L. Snoek	233
Openbare verlichting. Technische gezichtspunten betref-fende wegverlichting - G. B. van de Werfhorst	239
Televisie-ontvangst met geprojecteerd beeld - M. Wolf	249
Practische toepassingen van röntgenografisch materiaal-onderzoek XII - W. G. Burgers	254
Zendpenthoden - J. P. Heyboer	257
De verhouding van fortissimo en pianissimo - R. Ver-meulen	266
Een eenvoudige electrische meetbrug - P. G. Cath	270
Correspondeerende netwerken met een hoogverzadigde ijzerkern in het bijzonder toegepast bij het ontwerpen van stabilisatoren - H. A. W. Klinkhamer	276
Over de stralingsintensiteit van Philips' lichtechtheids-toestel - J. F. H. Custers	282
Tegenkoppeling - B. D. H. Tellegen	289
Toepassing van magnetische oliefilters bij smeerinrich-tingen - L. H. de Langen	295
Een radioverbinding op decimetergolven tusschen Eind-hoven en Nijmegen - C. G. A. von Lindern en G. de Vries	299
Verbindingen tusschen metaal en glas - H. J. Meerkamp van Embden	307
Zender en ontvanger V.R. 35 met aanvliegpeiler V.P.K. 35 (plaat)	314
Het onderzoek van de macro-structuur van grondstoffen en producten met behulp van röntgenstralen I - J. E. de Graaf	315
De invloed van röntgenbestraling op bloembolgewassen (hyacinten en tulpen) - W. E. de Mol	321
De bijdrage van de versterkerbuizen tot het ruischen van versterkers - M. Ziegler	329
Het instellen van synchronisatoren voor de bliksem-lichtlamp „Photoflux" - J. A. M. van Liempt en J. A. de Vriend	334
De beweging van een electron in tweedimensionale elec-trostatische velden - P. H. J. A. Kleynen	338
Een vibrator voor het aansluiten van wisselstroom-ontvangtoestellen op het gelijkstroomnet - J. W. Alexander	346
Het onderzoek van de macro-structuur van grondstoffen en producten met behulp van röntgenstralen II - J. E. de Graaf	350
De natriumlamp, van laboratoriumproef tot wegverlich-ting - E. G. Dorgelo en P. J. Bouma	353
Het licht op de „Exposition Internationale" te Parijs 1937 - L. C. Kalff	361
Radio landingsbakens voor vliegvelden - P. Zijlstra	370
Het onderzoek van de macro-structuur van grondstoffen en producten met behulp van röntgenstralen III - J. E. de Graaf	377

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

JAARGANG 3, 1938

	Blz.
Een transportabele televisie installatie - J. van der Mark	1
De toepassing van ultraviolette stralingsbronnen voor technisch luminescentie-onderzoek - A. van Wijk	5
„Philite" als constructie-materiaal - L. L. C. Polis	9
Het experimenteele korte golf omroepstation PCJ - P. J. H. A. Nordlohne	17
De universeele decimale classificatie - L. C. J. te Boekhorst	28
Lampenfabriek en vitamine-onderzoek - A. van Wijk	33
Eigenschappen en toepassingen van emailledraad - J. Hoekstra	40
Kleurweergave van gloeilampen en „Philiphan" glas - P. J. Bouma	47
Toepassingen van kathodestraalbuizen I - H. van Suchtelen	50
Werkbankverlichting - N. A. Halbertsma	53
Een draaibare gerichte antenne voor kortegolf omroep - P. J. H. A. Nordlohne	58
Zaalacoustiek en nagalm - A. Th. van Urk	65
Stroomregulatorbuizen - J. G. W. Mulder	74
Secundaire electronenemissie - H. Bruining	80
Een wisselstroomdynamo met vlakke karakteristiek voor rijwielverlichting - H. A. G. Hazeu en M. Kiek	88
Het gebruik van „Philora" HP kwikontladingslampen voor vergrootingsapparaten - J. A. M. van Liempt	92
Het onderzoek van de macro-structuur van grondstoffen en producten met behulp van röntgenstralen IV - J. E. de Graaf	93
Spanningsregeling bij gelijkstroomgeneratoren met behulp van trioden - N. A. J. Voorhoeve en F. H. de Jong	97
Het gedrag van versterkerbuizen bij zeer hooge frequenties - M. J. O. Strutt en A. van der Ziel	104
Auto-radio - J. W. Alexander	113
Over het doorvoeren van metaal door hard glas, in het bijzonder kwartsglas - B. Jonas	120
Fluorescentie - W. de Groot	129
Technische toepassingen van de secundaire emissie - J. L. H. Jonker en M. C. Teves	137
Zaalacoustiek en verstaanbaarheid - R. Vermeulen	143
Omroepzender te Rio de Janeiro (plaat)	152
Toepassingen van kathodestraalbuizen II - H. van Suchtelen	153
Electrische verschijnselen in de positieve zuil bij lage druk - W. Uyterhoeven	161
Thermokruisen - J. W. L. Köhler	170
De verlichting van het nieuwe paleis van de Volkenbond te Genève - L. C. Kalff	179
Eenvoudige inrichting voor het meten van de soortelijke weerstand van vloeistoffen - A. Claassen	187
Het onderzoek van de macro-structuur van grondstoffen en producten met behulp van röntgenstralen V - J. E. de Graaf	190
Het ruischen van ontvangtoestellen - M. Ziegler	193
Lichtemissie in de positieve zuil bij lage druk - W. Uyterhoeven	201
Compressie en expansie bij geluidsoverdracht - V. Cohen Henriquez	209
Verschijnselen in versterkerlampen, veroorzaakt door secundaire emissie - J. L. H. Jonker	215
Een toestel voor het meten van schrijfsnelheden van kathodestraalbuizen - L. Blok	221
Geluidsversterking - J. de Boer	225
Automatisch macroscopisch materiaalonderzoek met behulp van röntgenstralen - J. E. de Graaf en J. H. van der Tuuk	232
Radiostoringen - L. Blok	239
Fluorescentie en fosforescentie - J. H. Gisolf en W. de Groot	245
Toepassingen van kathodestraalbuizen III - H. van Suchtelen	252
Radio-ontvangtoestellen met drukknop-afstemming - A. Horowitz en J. A. van Lammeren	257
Een röntgenbuis voor het onderzoek van kristalstructuren - J. E. de Graaf en W. J. Oosterkamp	263
Een nieuwe menglamp - J. L. H. Jonker en A. J. W. M. van Overbeek	271
Lage druk kwikontlading met luminesceerende wand - W. Uyterhoeven en G. Zecher	277
Over de trekvastheid van neergesmolten laschmateriaal - J. Sack	283
Televisie met schijf volgens Nipkow en geïnterlinieerde aftasting - H. Rinia	289
De „Rotalix"-buis voor röntgendiagnostiek - J. H. van der Tuuk	296
Pompinstallatie voor radiobuizen (plaat)	302
Lichtbuiging aan geluidsfilm - J. F. Schouten	303
Stootspanningsinstallaties - W. Hondius Boldingh	311
Helderheid van wegdekken bij kunstverlichting - J. Bergmans	321
De electro-acoustische installatie in het Volkenbondspaleis te Genève - N. A. J. Voorhoeve en J. P. Bourdrez	330
Productie en toepassing van neutronen - F. A. Heijn	339
Toepassingen van kathodestraalbuizen IV - H. van Suchtelen	347
Zirconium en zijn hoogsmeltende verbindingen - J. D. Fast	353
Scheepsverlichting - L. C. Kalff	361
Zaalacoustiek en geluidsabsorptie - R. Vermeulen	368
Kwantitatieve beschouwingen over het electrisch laschen - J. ter Berg	377

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 10/29/2023

JAARGANG 4, 1939

	B
Een installatie voor filmprojectie met watergekoelde kwiklampen - G. Heller	2
Lasschen boven het hoofd - J. Sack	9
Verlichting en verduistering - P. J. Bouma	16
Draaggolftelefonie op gepupiniseerde kabels - F. de Fremery en G. J. Levenbach	21
De beteekenis van kwiklampen met fluoresceerende ballon voor de fotografie - J. A. M. van Liempt	28
Vuurtorenlampen - Th. J. J. A. Manders en L. J. van der Moer	33
Indruk tijdens het monteeren van een groote gloeilamp voor 110 V, 10 kW (plaat)	45
De schijf van Nipkow - H. Rinia en L. Leblans	46
Het opnemen van zendbuiskarakteristieken - Tj. Douma en P. Zijlstra	52
Traagheidsverschijnselen in gasgevulde fotocellen - A. A. Kruithof	57
Verlichting van rangeerterreinen met natriumlampen - H. Zijl	65
Een fotometer voor het onderzoek van de kleurweergave van verschillende lichtbronnen - P. M. van Alphen	71
Een wagen voor geluidsopname volgens het Philips-Miller-systeem - M. J. C. van der Meulen	78
Niet-lineaire vervorming in gepupiniseerde kabels - G. J. Levenbach en H. van de Weg	84
Toepassingen van kathodestraalbuizen in de massafabricage - H. van Suchtelen	90
De verlichting en bebakening van vliegvelden - G. L. van Heel	97
Sperlaaggelijkrichters - W. Ch. van Geel	104
Een eenvoudig toestel voor geluidsregistratie - K. de Boer en A. Th. van Urk	111
Eenige problemen bij de röntgendoorlichting - B. van Dijk	119
Onderzoek van smeltveiligheden met de kathodestraaloscillograaf - J. A. M. van Liempt en J. A. de Vriend	123
Hoogspanningsgenerator voor 1 millioen volt tegen aarde, tijdens montage (plaat)	126
Luchtgekoelde zendbuizen - M. van de Beek	129
De fabricage van edelgassen - H. C. A. Holleman	136
Klankverstrooiers in luidsprekers - J. de Boer	144
De installatie van omroepstudio's - S. Gradstein	149
De beteekenis van een constante toptijd bij bliksemlichtlampen - J. A. M. van Liempt en P. Leydens	157
Een röntgenbuis voor 1 millioen volt - J. H. van der Tuuk	161
Radiobuizen van nieuwe constructie - P. G. Cath	170

	Blz.
Synthetisch geluid - J. F. Schouten	176
Het „goed verlichte huis" - L. C. Kalff	183
Verlichting met lijnvormige lichtbronnen - N. A. Halbertsma en G. P. Ittmann	193
Het magnetron als generator voor ultra korte golven - G. Heller	201
Een kathodestraaloscillograaf - J. D. Veegens	210
De stemming van muziekinstrumenten en orkesten - Balth. van der Pol en C. C. J. Addink	217
Straling van geluid - A. Th. van Urk en R. Vermeulen	225
Potentiaalmetingen met behulp van de electrolytische trog - G. Hepp	235
Snelle chemische analyse met de kwikdruppelelectrode en een oscillograaf of meetbrug als indicator - J. Boeke en H. van Suchtelen	243
Bestrijding van radiostoringen - L. Blok	249
De voortplanting van radiogolven over de aarde - Balth. van der Pol en H. Bremmer	257
Drukcondensatoren - C. de Lange	266
Objectieve fotometrie - J. Voogd	272
Een electronenschakelaar - C. Dorsman en S. L. de Bruin	280
Een electrische megafoon - J. de Boer	285
Radio-ontvangtoestellen met schuifcondensatoren - S. Gradstein	289
Ontvangtoestellen met geijkte stationsschaal voor korte golven - G. Heller	296
Een acoustische spectroscoop - J. F. Schouten	302
Metingen aan uitgevoerde wegverlichtingsinstallaties - P. J. Bouma	304
Het rendement van luidsprekers - J. de Boer	313
Het vervaardigen van compacte metalen door persen en sinteren - J. D. Fast	321
Een installatie voor een slechthoorende - K. de Boer en R. Vermeulen	329
Ontvangantennes - J. van Slooten	333
Een apparaat voor kunstmatige ademhaling („ijzeren long") - J. B. Aninga en G. C. E. Burger	338
De electrische weerstand van metaalcontacten - J. J. Went	345
Groote persen van 1000 ton perskracht, gebruikt voor het vervaardigen van radiokasten uit „Philite" (plaat)	349
Buisvormige luminescentielampen - P. Schouwstra en G. Zecher.	353
Televisie-ontvangtoestellen - G. Heller	358
Het electrisch scheerapparaat „Philishave" - A. Horowitz, A. van Dam en W. H. van der Mei	367
Het onderzoek van luidsprekers - R. Vermeulen	371

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!